has this lot been abs^d? Done

INSTITUUT VOOR PLANTENZIEKTENKUNDIG ONDERZOEK
WAGENINGEN, NEDERLAND
DIRECTEUR: Dr J. G. TEN HOUTEN

MEDEDELING No 36

# EEN ONDERZOEK OVER DE AMERIKAANSE VAATZIEKTE VAN DE ERWTEN IN NEDERLAND

WITH A SUMMARY

# THE FUSARIUM WILT OF PEAS IN THE NETHERLANDS

DOOR

**J. C. SCHREUDER**

17 MAY 1952

OVERDRUK UIT
TIJDSCHRIFT OVER PLANTENZIEKTEN, 57 : 175-207, 1951

## INSTITUUT VOOR PLANTENZIEKTENKUNDIG ONDERZOEK (I.P.O.)

**Office and main laboratory:** Binnenhaven 4*a*, tel. 2151, Wageningen, Netherlands.

**Staff:**

**Director:** Dr J. G. TEN HOUTEN.
**Head of the Entomological Dept.:** Dr H. J. DE FLUITER, Wageningen.
**Head of the Virological Dept.:** Prof. Dr T. H. THUNG, Wageningen.
**Head of the Mycological Dept.** Dr J. G. TEN HOUTEN, Wageningen.
**Head of the Plant Disease Resistance Dept.:** Dr J. C. s'JACOB, Wageningen.

### Researchworkers at the Wageningen Laboratory:

Miss Ir M. BAKKER, Phytopathologist
Ir A. B. R. BEEMSTER, Virologist
Dr H. J. DE FLUITER, Entomologist
Dr J. GROSJEAN, Phytopathologist
Miss Dr C. H. KLINKENBERG, Phytopathologist
Miss Dra J. M. KRIJTHE, Phytopathologist
Ir A. P. KOLE, Phytopathologist
Ir R. E. LABRUYÈRE, Phytopathologist
Dr J. C. MOOI, Phytopathologist
Miss Dra J. C. SCHREUDER, Phytopathologist
Dr Ir J. W. SEINHORST, Nematologist
Prof. Dr T. H. THUNG, Virologist
Ir J. WALRAVE, Virologist
Ir J. P. H. VAN DER WANT, Virologist

### Researchworkers elsewhere:

Dr Ir J. J. FRANSEN, Entomologist, Velperweg 55, Arnhem, Tel. 22041.
Dr S. LEEFMANS, Entomologist, Head of the „Entomologisch Lab. I.P.O.", Mauritskade 59*a*, Amsterdam-O, tel. 56282.
Dr Ir C. J. H. FRANSSEN, Entomologist
Drs D. J. DE JONG, Entomologist
Drs L. E. VAN 'T SANT, Entomologist
} „Entomologisch Lab. I.P.O.", Mauritskade 59*a*, A'dam-O, tel. 56282.
Ir H. A. VAN HOOF, Phytopathologist, Veilinggebouw Broek op Langendijk, tel. K 2267–341.
Dr W. J. MAAN, Entomologist, van IJsselsteinlaan 7, Amstelveen, tel. 2451.
Drs H. H. EVENHUIS, Entomologist
Dr D. MULDER, Phytopathologist
} Detached to „Zeeland's Proeftuin", Wilhelminadorp, tel. 2261.
Drs D. NOORDAM, Phytopathologist, detached to „Proeftuin voor de Bloementeelt", Aalsmeer, tel. 688.
Drs F. TJALLINGII, Phytopathologist/Virologist, detached to „Proeftuin Noord Limburg" Venlo, tel. K 4700–2503.

### Guest workers:

Dr Ir J. B. M. VAN DINTHER, Entomologist, „Lab. voor Entomologie", University, Wageningen, tel. 2438.
Prof. Dr D. J. KUENEN, Entomologist, „Zoölogisch Laboratorium", University, Leiden, tel. 20259.
Dr Ir G. S. VAN MARLE, Entomologist, Jacob Damsingel 22, Zutphen, tel. 3617.
Dr J. DE WILDE, Entomologist, „Physiologisch Laboratorium", University Amsterdam, tel. 47151.

### Aphidological Adviser:

Mr D. HILLE RIS LAMBERS, Entomologist T.N.O., Bennekom, tel. 458.

*Overgedrukt uit het*
*„Tijdschrift over Plantenziekten", 57 : 175-207, 1951*

# EEN ONDERZOEK OVER DE AMERIKAANSE VAATZIEKTE VAN DE ERWTEN IN NEDERLAND [1])

*With a summary: The Fusarium wilt of peas in the Netherlands*

DOOR

J. C. SCHREUDER [2])
Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut T.N.O., Groningen

INHOUD

1. *Inleiding* . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 176
2. *Fusarium-nomenclatuur* . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 178
   A. Literatuur . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 178
   B. Eigen beschouwingen . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 179
3. *Literatuur Amerikaanse vaatziekte* . . . . . . . . . . . . . . . 181
   A. Veldbeeld. B. Ziektebeeld. C. Parasiet en voedsterplanten. D. Rassenresistentie. E. Invloed van uitwendige omstandigheden. F. Wijze van infectie en wezen van de resistentie. G. Physiologie van het ziekteproces. H. Uitgebreidheid van de ziekte en levenswijze van de schimmel. I. Hoe wordt de ziekte verspreid?
4. 4. *Methodiek* . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 184
   A. Het kiezen van proefvelden . . . . . . . . . . . . . . . . . 184
   B. Proefveldaanleg . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 184
   C. Methode van waarnemen bij veldproeven . . . . . . . . . . . 185
      1. Gezondheidscijfers. 2. Gewasmonsters. 3. Isolaties. 4. Determinaties.
   D. Grondontsmetting . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 186
5. *Eigen onderzoek* . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 186
   A. Beschrijving van het ziektebeeld . . . . . . . . . . . . . . 186
   B. Eerste waarnemingen in potten met zieke grond . . . . . . . 188
   C. Ontsmettingsproeven in potten . . . . . . . . . . . . . . . 189
   D. Infectieproeven . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 190
   E. Proefvelden met Nederlandse rassen . . . . . . . . . . . . . 192

---

[1]) Ontvangen voor publicatie 11 Mei 1951.
[2]) Thans verbonden aan het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek (Wageningen) en gedetacheerd bij het Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut T.N.O. te Groningen.

1. Oriënterende proeven met één ras. 2. Proeven met verschillende rassen.
F. Proefvelden met Amerikaanse rassen . . . . . . . . . . . . . 195
1. Proeven op goede grond. 2. Proeven op zieke grond.
G. Isolaties . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 199
6. *Discussie. In hoeverre is deze ziekte gelijk aan het Amerikaanse „Wilt"?* 199
7. *Samenvatting* . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 202
8. *Summary* . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 203
9. *Literatuur* . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . 205

## 1. INLEIDING

Daar in verschillende delen van Nederland op erwtenpercelen ziekteverschijnselen waren waargenomen, die men toeschreef aan „bodemmoeheid", werd wegens het grote belang van een goede erwtencultuur in ons land, besloten een onderzoek naar de oorzaken van deze moeheidsverschijnselen in te stellen. Hierbij werd zowel aan de phytopathologische als aan de bodemmicrobiologische en landbouwkundige kant van het vraagstuk aandacht besteed.

Het onderzoek is aangevangen op initiatief van Dr Ir F. C. GERRETSEN en onder zijn leiding uitgevoerd. Voor velerlei suggesties voor de opzet van het werk en voor de kameraadschappelijke samenwerking worde hem op deze plaats hartelijk dank gezegd. Sinds 1950 wordt dit onderzoek verricht onder auspiciën van het I.P.O. Deze publicatie heeft geheel betrekking op de voordien genomen proeven [1]).

Het bleek al spoedig, dat bij deze zogenaamde erwtenmoeheid pathogene bodemschimmels een belangrijke rol spelen. Deze veroorzaken een aantal verschillende erwtenziekten. Besloten werd deze in het vervolg *erwten voet- en vaatziekten* te noemen [2]).

Hierbij heeft men te maken met aantastingen van wortels of stengelbases door pathogene schimmels vanuit de grond of soms ook vanuit het zaad.

Onder *voetziekten* willen wij aantastingen verstaan, waarbij een van buiten zichtbare verkleuring van de stengelvoet (epicotyl en onderste stengeldeel) voorkomt en meestal ook van het wortelstelsel. Hierbij treedt dus de aantasting van de schors van deze delen het meest op de voorgrond. Als de schors doorgroeid is kan de schimmel ook in de centrale cylinder terechtkomen.

*Vaatziekten* zijn aantastingen, waarbij de pathogenen zich onder normale omstandigheden het snelste verbreiden in de centrale cylinder (meestal in de houtvaten). Veelal treden hierbij verkleuringen op, maar deze zijn niet altijd met het blote oog waar te nemen. Daarnaast kan een schorsaantasting onder bepaalde omstandigheden voorkomen. Ook moet de schimmel natuurlijk altijd door de schors of de worteltop heen groeien om in de centrale cylinder te kunnen komen.

De scheiding tussen de beide ziektetypen is dus niet scherp. Pas na bestu-

---

[1]) Aan Mejuffrouw Dr L. C. P. KERLING breng ik hartelijk dank voor veel goede raad bij de indeling en hulp bij de afwerking van deze publicatie.

[2]) De commissie voor het vaststellen van Nederlandse namen voor plantenziekten (23) beveelt aan, de naam moeheid te reserveren voor de door cystenvormende aaltjes veroorzaakte ziekten. Daar ook andere parasieten moeheidsverschijnselen veroorzaken kunnen, dient deze naam echter zoveel mogelijk te worden vermeden.

dering van een ziekte onder verschillende omstandigheden kan men het karakter ervan bepalen.

De onderscheiding van de diverse ziekten *op het veld* levert moeilijkheden op. Dit is ten eerste het gevolg van het feit, dat de ziektebeelden in veel opzichten met elkaar overeenkomen. Een zekere mate van vergeling en te vroeg afsterven, soms gepaard met verkleuringen van de wortels en stengelvoeten, komt algemeen voor (GOOSSENS, 8).

Bovendien variëert het ziektebeeld, dat door één schimmel wordt teweeggebracht, onder invloed van de omstandigheden, het optreden van secundaire schimmels, het ras enz.

In het algemeen zal men dus verschillende gegevens moeten combineren om de aard van een bepaalde aantasting vast te kunnen stellen. Hiertoe behoort: 1. de isolatie van de parasiet, 2. de ontwikkeling van het ziektebeeld van de afzonderlijke plant op het veld, 3. de reactie van bepaalde rassen, waarvan het gedrag ten opzichte van de ziekten bekend is.

Tenslotte komen de ziekten meestal niet afzonderlijk voor. Sommige van de pathogenen hebben een algemene verbreiding en worden pas schadelijk onder daartoe gunstige omstandigheden (dit betreft b.v. het weer, de toestand van de bodem, het verbouwen van een vatbaar ras). Andere komen niet overal voor en zijn dus afhankelijk van een besmetting van het betrokken veld of van ophoping aldaar b.v. door een te nauwe vruchtwisseling. Het hangt dus van allerlei factoren af welke aantastingen op een bepaald perceel optreden.

In principe kan onder verschillende omstandigheden telkens een andere ziekte domineren.

Wij onderscheiden de volgende ziekten:
(Voor wat de Fusaria uit de Wollenweberse secties *Elegans* en *Martiella* betreft is hier de nomenclatuur volgens SNYDER en HANSEN (29, 30) gevolgd (zie pag. 179 en volgende)).

A. *Vaatziekten*

1. Sint Jansziekte [1])
   *Fusarium oxysporum* SCHL. em. SN. et H. *f. pisi.* LINF. *ras 3.* (Zie blz. 179 en 180).
2. Amerikaanse vaatziekte
   *Fusarium oxysporum f. pisi* (LINF.) *ras 1* SN. et H.

B. *Voetziekten*

3. Fusarium solani-voetziekte
   *Fusarium solani f. pisi* (JONES) SN. et H.
4. Ascochyta pinodella-voetziekte
   *Ascochyta pinodella* JONES
5. Mycosphaerella pinodes-voetziekte
   *Mycosphaerella pinodes* (BERK. et BLOX) STONE
6. Botrytis-voetziekte
   *Botrytis cinerea* PERS.

[1]) Hieronder willen wij verstaan de ziekte, die in de laatste tijd op onze proefvelden op de Brabantse zandgronden is bestudeerd, maar die waarschijnlijk ook elders voorkomt. In de literatuur wordt de Sint Jansziekte al sedert 1903 genoemd (VAN HALL, 10).

Deze schimmelziekte moet dus niet verward worden met de aantasting door het erwtencystenaaltje *Heterodera göttingiana* LIEBSCHER, die naar onlangs bekend geworden is op vele zogenaamde Sint Jansziekte-plekken in Zeeland en elders optreedt.

Tenslotte wil ik even noemen de schimmels *Fusarium avenaceum* (FR.) SACC. en *Pythium debaryanum* HESSE, die, zij het in klein aantal, geregeld op zieke erwtenplanten voorkomen. Het is nog niet duidelijk of hier van afzonderlijke ziekten moet worden gesproken.

De Amerikaanse vaatziekte zal, waar zij optreedt, meestal het veldbeeld beheersen, omdat ten eerste het ziektebeeld tot de beter herkenbare van deze groep behoort en ten tweede de parasiet zo virulent is, dat op een flink besmet veld een vatbaar ras er zeker in vrij korte tijd door te gronde wordt gericht.

Na een meer algemeen gedeelte over de Fusarium-nomenclatuur, zullen de onderzoekingen over deze ziekte worden behandeld.

## 2. FUSARIUM-NOMENCLATUUR

A. *Literatuur.* Om de verschillende Fusarium-ziekten, die omstreeks 1905 in Duitsland de aandacht trokken (en waaronder er één van erwten nogal belangrijk was) te kunnen bestuderen, zagen APPEL en medewerkers (1, 2, 24) zich genoodzaakt te beginnen met de systematische bewerking van het gehele geslacht *Fusarium.*

Voor die tijd ging men veelal als volgt te werk. Werd een parasiet op een nieuwe waardplant gevonden, dan beschreef men deze eenvoudig als een nieuwe soort zonder er op te letten of er morphologische verschillen waren waar te nemen. Door het kweken op voedingsbodems kon orde in de chaos gebracht worden en het aantal soorten werd sterk beperkt. Vooral door het werk van WOLLENWEBER werd in de loop der jaren het naar hem genoemde Fusariumsysteem opgebouwd (42). Hierin zijn alle destijds bekende Fusaria beschreven, nl. 65 soorten, 56 variëteiten en 22 vormen. In dit standaardwerk zijn voor lange jaren de grondslagen gegeven voor elke Fusariumstudie.

Toch is er door verschillende onderzoekers critiek uitgeoefend. Een punt van groot belang voor de systematiek is de variatiebreedte van WOLLENWEBER'S soorten.

APPEL en WOLLENWEBER (2) noemen zelf reeds de invloed van licht, temperatuur en voedingsbodem op de ontwikkeling van hun stammen. BROWN (in samenwerking met HORNE, 3, 4, 5, 6) onderzocht de variabiliteit van verschillende stammen van *F. acuminatum* ELL. et EV. en *F. fructigenum* FR. Kenmerken zoals sporenvorming, aantal septen, sporenlengte, kleurvorming worden sterk beïnvloed door de voedingsbodem (concentratie, C/N-verhouding, aanwezigheid van zuren, alkaliën of giften) en de temperatuur. Bovendien treden saltanten op waarvan de eigenschappen vaak sterk afwijken van de oorspronkelijke cultuur. De basis van het systeem van WOLLENWEBER is volgens BROWN wel goed, maar kenmerken als onderscheid in kleur van het substraat, aanwezigheid van luchtmycelium of sclerotiën, het aantal septen in de sporen en het sporulatietype zijn veel te variabel om soorten op te baseren. Van twee verwante soorten kweekte hij saltanten, waardoor een geleidelijke overgang tussen beide verkregen werd. Het aantal soorten zou gereduceerd moeten worden.

Verder oefent BROWN critiek op het uitsluitend gebruik van de „Hochkultur" om soorten op te baseren. Men heeft hier waarschijnlijk in vele gevallen met beter-sporulerende saltanten te maken. Hiervan zou de pathogeniteit echter vaak minder goed ontwikkeld zijn dan van de oorspronkelijke, mycelium-rijke „Ankultur".

HELEN JOHANN (12) constateert de invloed van de temperatuur op vorm, grootte en septering van de sporen van een Fusarium-soort uit de sectie *Roseum*.

HANSFORD (11) heeft bezwaar tegen de indeling van de sectie *Elegans*. Men vindt stammen met dezelfde pathogene eigenschappen in verschillende subsecties. De „biologische" soort trekt zich van de morphologische kenmerken in vitro blijkbaar niets aan. Voor de parasieten is WOLLENWEBER's indeling daarom onbruikbaar.

SNYDER en HANSEN (31) vinden dat licht de vorming van conidiën en perithe-ciën bevordert en de grootte en het aantal septen van de sporen doet toenemen. Ook zij houden vast aan het algemene schema van WOLLENWEBER, maar hebben een andere opvatting van de Fusariumsoort. De nakomelingschap van één spore blijkt een aantal stammen met een grote variatie in sporegrootte en al of niet aanwezigheid van sporodochiën op te leveren. Deze variatie is zelfs zo groot dat de nakomelingen in verschillende subsecties terecht komen. Hetzelfde geldt voor een aantal isolaties van één voedsterplant, b.v. bij verwelkingsziekte van watermeloen en tomaat. In het verleden werd soms één vorm met en één zonder sporodochiën, beide parasieten van dezelfde plant, als twee soorten beschreven. De Wollenweber'se soorten overlappen elkaar. SNYDER en HANSEN (29, 30, 32) stellen daarom voor de gehele sectie *Elegans* als één soort te beschouwen en deze op morphologische basis *F. oxysporum* te noemen, met verschillende biologische rassen die parasitair zijn voor de onderscheidene voedsterplanten, en welke als formae worden aangeduid. Bijvoorbeeld *F. oxysporum f. betae* (biet), *F. oxysporum f. Lycopersici* (tomaat). De formae zijn dus morphologisch niet te onderscheiden, maar verschillen alleen in vermogen een bepaalde voedsterplant aan te tasten. Op deze wijze onderscheiden zij in totaal 8 soorten, 34 vormen en 2 twijfelachtige soorten.

Volgens mondeling bericht van het Centraal Bureau voor Schimmelcultures is W. L. GORDON in Canada in dezelfde richting werkzaam.

## B. *Eigen beschouwingen over de nomenclatuur.*

TABEL 1. Vergelijking van de nomenclatuur van WOLLENWEBER en REINKING met die van SNYDER en HANSEN voorzover voor ons van belang. Deze lijst bevat alleen de door ons gevonden schimmels.

*Comparison of the nomenclature of* WOLLENWEBER *and* REINKING *with that of* SNYDER *and* HANSEN. *This list contains only the fungi isolated.*

| *Nomenclatuur* WR. *en* RG. (42) | *Nomenclatuur* SN. *en* H. (29, 30, 32) |
|---|---|
| Sectie *Elegans* | *Fusarium oxysporum* SCHL. *em.* SN. *et* H. |
| *F. orthoceras* APP. et WR. *v. pisi* LINF. | *F. oxysporum f. pisi* (LINF.) *ras* 1 SN. et H. |
| *F. oxysporum* SCHL. *f.* 8 SN. | *F. oxysporum f. pisi* (SN.) *ras* 2 SN. et H. |
| Idem | *F. oxysporum* SCHL. em. SN. et H. *f. pisi ras* 3 [1]) |
| *F. redolens* WR. | *F. oxysporum* SCHL. em. SN. et H. |
| *F. orthoceras* APP. et WR. | Idem |
| Sectie *Martiella* | *Fusarium solani* (MART.) APP. et WR. em. SN. et H. |
| *F. solani* (MART.) *v. Martii* (APP. et WR. sub specie) WR. *f.* 2 SN. | *F. solani f. pisi* (JONES) SN. et H. |
| (syn. *F. Martii* APP. et WR. *v. pisi* F. R. JONES) | Idem |

[1]) Zie blz. 180.

| | |
|---|---|
| Sectie *Roseum* | *Fusarium roseum* (LK.) em. SN. et H. |
| *F. avenaceum* (FR.) SACC. | Idem |
| *F. arthrosporioides* SHERB. | Idem |
| Sectie *Discolor* | Idem |
| *F. culmorum* (W. G. SM.) SACC. | Idem |
| *F. flocciferum* CDA. | Idem |
| Sectie *Arthrosporiella* | Idem |
| Sectie *Gibbosum* | Idem |

Aanvankelijk werden onze geïsoleerde Fusarium-stammen door het Centraal Bureau voor Schimmelcultures te Baarn [1]) gedetermineerd volgens het systeem WOLLENWEBER. Dit leverde vaak grote moeilijkheden op, doordat vele stammen weinig of geen macroconidiën vormden, hetgeen helaas een eigenschap is van sommige van deze schimmels. Het resultaat was een zeer groot aantal verschillende soorten en variëteiten. Het bleek, dat er van terreinen met één ziektetype niet alleen Fusaria werden geïsoleerd die duidelijk van elkaar verschilden, zoals b.v. *Fusarium solani* en *Fusarium avenaceum* (zodat men kon aannemen met verschillende ziekten op één terrein te maken te hebben), maar ook dat er b.v. uit de sectie *Elegans* twee of drie nauwverwante soorten of variëteiten aanwezig waren. B.v. bij de Amerikaanse vaatziekte *F. orthoceras* en *F. orthoceras v. pisi*, bij de Sint Jansziekte *F. redolens, F. oxysporum* en *F. orthoceras*. Al deze vormen correspondeerden niet met afzonderlijke ziektebeelden.

Wij concludeerden dat het voor ons geen betekenis had op deze fijnere morphologische onderscheidingen te letten, te meer daar deze sterk afhankelijk zijn van de omstandigheden (zie blz. 179). Ons doel moest zijn de phytopathogene (een bepaald ziektebeeld verwekkende) eenheden te leren onderscheiden en te bestuderen. Wij hebben ons dus aangesloten bij de inzichten van SNYDER en HANSEN, die met de onze overeenstemden, althans voor zover het de secties *Elegans* en *Martiella* betrof. Voor deze groepen wordt hun nomenclatuur dan ook toegepast in dit artikel. Het gebruik van hun systeem heeft hier zeer verhelderend gewerkt.

Voortaan wordt elke geïsoleerde schimmel uit de sectie *Elegans* dus *F. oxysporum* genoemd. De aanduiding „*forma pisi*" mag hier feitelijk pas bij gebruikt worden, als van de betrokken stam bewezen is dat deze pathogeen is voor de erwt. De beide verwante rassen van *Fusarium oxysporum* van de erwt duiden SNYDER en HANSEN aan met ras 1 en ras 2. In Nederland blijkt een *F. oxysporum ras* voor te komen dat afwijkt van de rassen 1 en 2 in pathogene eigenschappen (ongepubliceerde gegevens van het Laboratorium voor Phytopathologie te Wageningen en van schrijfster dezes). Wij noemen deze schimmel *F. oxysporum f. pisi ras 3*.

SNYDER en HANSEN stellen verder voor (32) de secties *Roseum, Discolor, Gibbosum* en *Arthrosporiella Fusarium roseum* te noemen. Uit deze groep isoleerden wij *F. avenaceum, F. arthrosporioides, F. culmorum* en *F. flocciferum* (zie blz. 180, tabel 1). Deze laatste is hoogstwaarschijnlijk een saprophyt. De drie eerstgenoemden zijn nog niet voldoende onderzocht om te weten of ze tesamen een phytopathogene eenheid vormen. Hetzelfde geldt voor de andere schimmels uit deze vier secties die men in de literatuur vermeld vindt. Het zijn, behalve de bovengenoemde (nomenclatuur WR. en RG.): uit de sectie *Gibbosum: F. equiseti, F. equiseti v. bullatum, F. scirpi v. acuminatum;* uit de sectie *Arthrosporiella: F. anguioides;* uit de sectie *Discolor: F. graminearum.*

[1]) Voor de hieraan bestede zorg zeggen wij het C.B.S. hartelijk dank.

Zolang de pathogene eigenschappen van deze schimmels niet vaststaan, lijkt het beter, ze op de oude manier te onderscheiden, in elk geval waar dit gemakkelijk kan, zoals bij *F. culmorum* en *F. flocciferum* van de sectie *Discolor*.

### 3. LITERATUUR AMERIKAANSE VAATZIEKTE

A. *Veldbeeld.* De ziekte, veroorzaakt door *Fusarium oxysporum f. pisi ras 1*, werd in 1924 voor het eerst waargenomen door F. R. JONES en LINFORD (14). De aantasting van de percelen varieerde van enkele kleine plekken tot het gehele veld. In het laatste geval was de oogst totaal mislukt. LINFORD (17) beschrijft het beeld uitvoeriger. In het midden van de plekken waar de ziekte begint verbleken de planten, waarna ze spoedig afsterven en vergelen. Dit gaat voort naar de rand toe, terwijl de plekken zich gedurende het seizoen en ook van jaar tot jaar uitbreiden.

B. *Ziektebeeld.* Het meest opvallend is een snelle en totale verdorring van de plant zonder duidelijke verschijnselen aan de wortels (14). Het begint met het omkrullen van de jongste blaadjes en stipulae en remming van de groei. De stengels en bladeren worden abnormaal stijf, de onderste bladeren verbleken en verdorren. Daarna verwelkt en verdort de hele plant meestal snel (b.v. in 10 dagen), soms terwijl ze nog groen is. De wortels zijn daarbij uiterlijk gezond, behalve een paar dode zijwortels of een enkel bruin plekje. Vaatverkleuring treedt op in de hoofdwortel en enkele stengelleden van zeer licht geel tot oranjebruin. In het beginstadium is er slechts weinig mycelium in de houtvaten, later meer en dan ook in het houtparenchym, terwijl het cambium gedesorganiseerd is.

Over de op een proefveld in Nederland optredende verschijnselen heeft GOOSSENS (9) gerapporteerd. Zijn beschrijving komt in hoofdzaak overeen met het bovenstaande. Hij wijst op het verschijnsel van het platliggen van de planten.

C. *Parasiet en voedsterplanten.* Na geslaagde infectieproeven te hebben verricht (16) beschrijft LINFORD (17) de oorzaak van de ziekte als *Fusarium orthoceras* APP. et WR. *var. pisi.* Deze schimmel tast, behalve vele variëteiten van *Pisum sativum*, ook *Vicia gigantea* HOOK en soms *Vicia faba* („Sutton's New Giant Broadbean") aan (17). Onvatbaar blijken 15 andere Vlinderbloemigen. Er is grote variatie in uiterlijk en pathogeniteit tussen de verschillende stammen van de parasiet. Er zijn geen physiologische rassen, die aan verschillende erwtenvariëteiten zijn aangepast (SNYDER, 27).

D. *Rassenresistentie.* Al spoedig blijkt dat verschillende erwtenrassen resistent zijn (JONES, 13; LINFORD, 16 en 17). Deze resistentie wordt door één dominante genetische factor bepaald (WADE, 35). Er blijkt geen verband tussen resistentie en andere kenmerken, behalve dat planten met lange internodiën in het begin langzamer verwelken. De rassen vallen in twee streng gescheiden groepen uiteen, de vatbare en de resistente. Verschillende handelsrassen waren echter van gemengde samenstelling (WALKER, 37). Bij onderzoek van zoveel mogelijk erwtenrassen uit diverse landen bleek meer resistentie voor te komen dan vatbaarheid, maar in centra van erwtenveredeling waren veel vatbare variëteiten ontstaan, omdat er nooit op de resistentie-eigenschap was gelet (WADE, ZAUMEYER en

HARTER, 36). GOOSSENS (9) nam waar, dat ook op het genoemde proefveld een duidelijk verschil optrad tussen vatbare en resistente rassen.

E. *Invloed van uitwendige omstandigheden.* De *temperatuur* heeft een belangrijke invloed op het ziekteproces. Het optimum ligt in grond bij 21° C (17, 25, 34). Een warme bodem bevordert de ziekte (40). De schimmel zelf heeft een groei-optimum bij 28° C (17, 25, 27). SCHROEDER en WALKER (25) doen infectieproeven met erwten, gekweekt in zand met voedingsoplossing. Onder deze omstandigheden verandert het karakter van de ziekte enigszins, zodat behalve de vaataantasting ook een duidelijk schorsrot van wortels en laagste internodiën optreedt, terwijl het optimum naar 27°–30° C verschuift. (Verschillende onderdelen van de ziekte zouden een eigen optimum hebben en dat voor schorsrot bij 27°–30° C liggen). De invloed van de luchttemperatuur is gering.

Het *vochtgehalte* van de bodem heeft weinig invloed (17).

Over de *grondsoort* bestaan slechts vrij vage gegevens. Op gronden, die van nature rijk zijn aan organische stof zou de ziekte zich sneller verbreiden en heviger optreden, dan op armere gronden (17). In „sandy loams" (lichtere slibhoudende gronden) vermeerdert de schimmel zich sneller dan in „clay" (zwaardere klei). Ook zou de ziekte zich in bepaalde gronden moeilijk vestigen (39).

Wat de *voeding* betreft: er zijn geen bemestingsproeven in grond genomen. Wel onderzochten SCHROEDER en WALKER (25) de invloed van verschillende concentraties van de gebruikte voedingsoplossing. De invloed hiervan is vrij sterk afhankelijk van andere factoren, b.v. de temperatuur.

F. *De wijze van infectie en het wezen van de resistentie.* LINFORD (17) vond dat het wegrotten van de wortelschors door het wortelrot (*Aphanomyces euteiches* DRECHSLER) geen invloed heeft op de resistentie voor „wilt". Volgens WADE (35), LINFORD (20) en WALKER (38) heeft het *verwonden* van tamelijk volwassen wortels bij resistente planten geen vermindering van de resistentie ten gevolge, terwijl het binnendringen van de schimmel in deze wonden niet van betekenis was. [1]) Bij vatbare planten (20) vertraagt het inkorten van het wortelstelsel zelfs het optreden van de ziekte. Dit wordt begrijpelijk als blijkt (38), dat de schimmel binnendringt bij de worteltoppen. Hier ontstaat bij een vatbare plant een tamelijk uitgebreid schorsrot, vanwaaruit de schimmel in de centrale cylinder komt. Bij resistente planten vindt WALKER alleen wat mycelium in de buitenste schorslagen, maar nooit in de stele. Er is geen reactie van de celwand van de resistente voedsterplant te zien, noch een dodelijk effect op de parasiet. Op grond van de groei van *Fusarium orthoceras v. pisi* en *Fusarium Martii v. pisi* in extracten van de wortels van vatbare en resistente planten onderstelt hij dat er een specifieke F. orthoceras-remmende factor in de resistente wortels aanwezig is. Deze zou vooral in de worteltop zetelen. Deze proeven werden meest bij 21° C in grond of grondextract-agar genomen.

SCHROEDER en WALKER (25) onderzochten de invloed van temperatuur en voedingsbodem op de aantasting van vatbare en resistente planten, gekweekt in glaszand met voedingsoplossing en geïnfecteerd met de schimmel. Onder

---

[1]) Uit inoculatieproeven van WELLS, HARE en WALKER (41) met *F. oxysporum f. pisi ras 2* is gebleken, dat het verwonden van jonge wortels de planten sneller ziek maakt. Of dit ook het geval is bij inoculatie met *F. oxysporum f. pisi ras 1* volgens deze methode, moet nog onderzocht worden.

deze omstandigheden ligt het optimum van de aantasting bij 27–30° C en worden ook de resistente planten ziek. De schimmel kan ook hoger dan de worteltop binnendringen, zowel schors als centrale cylinder doorgroeien en daarbij endodermis en pericykel passeren.

Ook in de schors en centrale cylinder van de lagere stengelinternodiën komt de schimmel dan voor. De verwelkte resistente planten vertonen bij 27° C slechts enkele hyphen in de vaten, en er zijn veel cellen met gomachtige of korrelige inhoud. Hoewel dus de resistentie bij 27° in zandcultuur niet gehandhaafd wordt, wijzen deze verschijnselen toch op een belemmering van de schimmelgroei in de stengel van de resistente plant.

Ter verklaring van bovenstaande waarnemingen worden de temperatuuroptima van erwt en schimmel vergeleken. Bij het optimum van de schimmelgroei, 28° C, zou de invloed van de schimmel overwegen, bij het groeioptimum van de erwt = 20° C, zou de resistente voedsterplant het winnen. Bij het vatbare ras neemt de aantasting geleidelijk toe tot het optimum bij 27° C.

G. *De physiologie van het ziekteproces.* Linford (19, 20, 21) onderzocht de physiologie van de Fusarium-zieke erwt. Deze is geheel anders dan die van de gezonde. Voordat de verwelking begint, treden allerlei inleidende verschijnselen op, met name dwerggroei, gerolde en misvormde blaadjes en stipulae, het dikker worden van de onderste stengelleden en een geel- tot grijsachtige bladverkleuring. Het blijkt dat de zieke stengels niet alleen dikker zijn maar ook een hoger soortelijk gewicht en drogestofgehalte hebben en dat de osmotische waarde van het celvocht hoger is. Verder zijn de celwanden dikker en rijpt het stevigheidsweefsel eerder. De zieke stengels verdrogen aanvankelijk minder snel dan de gezonde. Het regeneratievermogen (vorming van bijwortels en zijspruiten) van de afgesneden zieke spruiten is groter. Het geheel maakt de indruk van onevenredige voeding of belemmerd transport. Er is een hele serie van physiologische storingen, waarschijnlijk veroorzaakt door de toxische stoffen, die de schimmel afscheidt. Als gevolg daarvan treedt later bij een snel verloop van de ziekte de eigenlijke verwelking op. Dan verliezen de bladeren abnormaal veel water. De protoplasten hebben hun vermogen verloren om water vast te houden, waarschijnlijk doordat ze afsterven. Onvoldoende watertoevoer is dus niet de oorzaak van de verwelking, maar deze is eerder het gevolg van het abnormale waterverlies van de bladeren. Bij een langzaam ziekteverloop krijgt men een geleidelijke necrose van de bladeren van onderen af. Bij afgesneden planten in filtraten van de schimmelcultuur krijgt men snelle verwelkingsverschijnselen bij gevoelige èn bij resistente planten. Rassenresistentie is dus geen kwestie van tolerantie voor toxische stoffen.

H. *Uitgebreidheid van de ziekte, levenswijze van de schimmel.* Nadat de ziekte in 1924 op ongeveer 50 velden in een provincie van Wisconsin waargenomen was (Jones en Linford, 14), bleek ze in 1928 reeds bezig zich over alle erwtenverbouwende streken van de Verenigde Staten te verspreiden. Het „wilt" kwam toen in 20 % van de velden voor en behoorde tot de twee economisch belangrijkste erwtenziekten (Linford, 18). Het kwam ook reeds in het NW (gebied van zaaderwtenverbouw) voor (Kadow en Jones, 15). In 1931 nam de ziekte nog steeds toe in Wisconsin (Walker, 37). Ondertussen werd echter hard gewerkt aan het kweken van resistente rassen. Een gevolg hiervan was dat in 1943

(WALKER en HARE, 39) de ziekte in Wisconsin geen probleem meer was en in de practijk niet meer voorkwam, hoewel de parasiet nog steeds in de grond aanwezig was. Een eenmaal geïnfecteerde grond blijft namelijk voor onbekend lange tijd „ziek", ook al kweekt men er lange tijd geen erwten meer op (WALKER en SNYDER, 40). De snelheid van verspreiding in de grond werd wel bevorderd door de verbouw van erwten, maar was daaraan niet gebonden (40). Hoe vaker erwten op een perceel verbouwd waren, hoe meer kans er op de ziekte was.

I. *Hoe wordt de ziekte verspreid?* Meestal zal dit gebeuren door besmet erwtenstro, dat via gewone grondbewerking, met landbouwwerktuigen of met de wind verspreid wordt of door de mens vervoerd voor het gebruik als organische bemesting of veevoer. Besmette grond kan door stromend oppervlaktewater, door wind of ook door de mens worden verspreid (LINFORD, 17, WALKER en SNYDER, 40). Volgens KADOW en L.K. JONES (15) zou er minstens een jaar nodig zijn na het besmetten van een gezond veld om afstervingsverschijnselen te krijgen.

De hoeveelheid schimmel in de grond bepaalt de hevigheid van de ziekte. Dit houdt waarschijnlijk verband met het aantal infectieplaatsen aan het wortelstelsel. Hierdoor is het te verklaren dat de planten in het midden van de plekken het eerste afsterven (LINFORD, 20).

De mogelijkheid van verspreiding met het zaad is onderzocht. LINFORD (17) vond de schimmel nooit in de twee internodiën onder de laagste peul. SNYDER (26) isoleerde bij één van de 50 planten de schimmel van het lid direct onder de eerste peul. De kans op infectie met het zaad is dus theoretisch aanwezig, maar practisch gering. KADOW en L. K. JONES (15) vonden de schimmel in zeldzame gevallen in de placenta, nooit in het zaad. Wel kan het zaad van buiten af besmet worden b.v. door stof uit een dorsmachine. Proeven wezen niet uit dat de schimmel na voedering van besmet stro aan dieren met de uitwerpselen op het land terecht komt. De kans bestaat evenwel.

## 4. METHODIEK

A. *Het kiezen van proefvelden.* Teneinde de ziektebeelden, die door de afzonderlijke schimmels teweeggebracht worden, te leren kennen onder natuurlijke omstandigheden, werden proefvelden aangelegd op zieke terreinen. Wij zochten zoveel mogelijk de zuivere gevallen uit, waar dus één parasiet op de voorgrond treedt.

De gang van zaken was zo, dat aan een perceel met zieke erwten diverse waarnemingen werden verricht en grond- en gewasmonsters genomen. De grondmonsters werden onderzocht door het Bedrijfslaboratorium voor Grondonderzoek, van de gewasmonsters werden beschrijvingen en isolaties gemaakt. Was het ziektebeeld „typisch" en gelijkmatig over het veld verdeeld, de isolatieuitkomsten duidelijk, vertoonde de grond en het perceel verder geen gebreken, dan werd besloten er het volgend jaar een proefveld aan te leggen. Op zo'n proefveld kan men de gehele ontwikkeling van het erwtengewas volgen en het ziekteverloop van A tot Z nagaan.

B. *Proefveldaanleg.* Wat de behandeling van de proefvelden betreft hebben we ons zoveel mogelijk aangesloten bij de practijk, behalve dan dat er aan de proefvelden extra zorg werd besteed.

Tenzij anders vermeld, werden voor de proeven Unica-erwten gebruikt. Dit bekende practijkras heeft voor ons onderzoek het voordeel dat het voor bijna alle voet- en vaatziekten vatbaar is.

Voor de proefvelden met een groot aantal rassen werd steeds de Unica op geregelde afstanden tussen de andere rassen door gezaaid. Dit was vooral van belang indien de verspreiding en intensiteit van de ziekte op het veld min of meer ongelijkmatig was. Ook voor de beoordeling van het gewas is het gemakkelijk om steeds een standaardras ter vergelijking in de buurt te hebben.

Voor de latere proeven werd een geringer aantal (meest de gewone landbouw-) erwtenrassen gebruikt in drievoud. Daar deze proefvelden een veel grotere gelijkmatigheid vertoonden dan de vroegere, was de nauwkeurigheid op deze manier voldoende. In het algemeen hebben we ons bij het onderzoek tot landbouwerwten beperkt.

C. *Methode van waarnemen bij veldproeven.* Gedurende de gehele ontwikkeling van het gewas op het proefveld werden geregeld waarnemingen verricht. Vooral het eerste begin van de ziekteverschijnselen is van belang.

1. Dit werd vastgelegd in gezondheidscijfers, zo nodig per veldje te geven. Wij gebruikten een schaal van 0–10, waarbij 0 = dood, 10 = geheel gezond betekent. Bij het geven van de tussenliggende cijfers speelde de te verwachten oogst een rol. [1]) Hierdoor bestond de mogelijkheid deze gezondheidscijfers met de opbrengstcijfers in verband te brengen en kunnen de opbrengsten als een soort contrôle op de gezondheidscijfers dienen. Op zichzelf hebben deze opbrengsten van vrij kleine veldjes wellicht minder betekenis. Toch duiden ze een bepaald verband aan met de practijk. In de cijfers werd de gezondheid van de afzonderlijke planten vastgelegd, dus onafhankelijk van de standdichtheid. Op die manier werd het gewas 3–4 malen beoordeeld. De cijfers lopen nogal uiteen voor de parallellen, al naar de gelijkmatigheid van het terrein.

2. Tegelijk met het geven van gezondheidscijfers werden gewasmonsters genomen. Het bleek doelmatig tenminste 10 planten met precies hetzelfde, typische ziektebeeld per monster te nemen. Op daartoe bestemde formulieren werden veldaantekeningen gemaakt, terwijl de monsters zo snel mogelijk naar het laboratorium gezonden werden om daar nader te worden beschreven.

3. Van 5 typische planten van het monster werden isolaties gemaakt. Door zorgvuldig te bemonsteren is de bruikbaarheid van deze methode zeer verbeterd. Toch blijft onvermijdelijk een grote bepalingsfout bestaan. Legt men van een monster van 5 planten stukjes van epicotyl en hoofdwortel uit, dan is het isoleren van 4 maal dezelfde schimmel per plant een mooi resultaat en

[1]) Bij de potproeven kon bij de beoordeling wat meer op de ziekteverschijnselen van elke plant afzonderlijk gelet worden. De gebruikte schaal, ook bij veldproeven was:

10 gezond; *healthy*
9 eerste symptomen; *preliminary symptoms*
8 licht ziek, nog groen; *slightly diseased, still green*
7 bladeren ontkleurend; *leaves discolouring*
6 bladeren vaal, krullend; *leaves greyish-yellow, curling*
5, 4 } duidelijk ziek; *distinctly diseased*
3 zwaar ziek; *badly diseased*
2, 1 } bijna dood; *nearly dead*
0 dood, *dead.*

veelal zal men met 3 maal dezelfde schimmel ook tevreden zijn. Door grotere aantallen te onderzoeken wordt deze uitkomst niet beter. In verband met de grote bewerkelijkheid van het isoleren hebben we ons daarom later steeds aan 5 planten gehouden. Elk stukje kreeg een genummerde isolatiekaart, waarop het wel en wee van de isolatie werd vermeld en alle notities, macroscopische en microscopische, van de van dat plantendeel geïsoleerde schimmels een plaats vinden.

4. Determinaties. De gemakkelijk herkenbare schimmels werden zo spoedig mogelijk microscopisch gecontroleerd. Alleen de stammen die aangehouden moesten worden of die nog niet te herkennen waren, werden verder in reincultuur gebracht met behulp van een 3 maal herhaalde methode waarbij een suspensie van myceliumfragmenten en eventuele sporen werden uitgestreken. De hierbij verkregen afzonderlijke kolonies zullen in de meeste gevallen met éénspore-culturen op één lijn te stellen zijn.

De isolatie-uitkomsten moéten steeds in verband met de andere gegevens van een veld worden beoordeeld en gebruikt, daar deze gegevens elkaar kunnen beïnvloeden.

D. *Grondontsmetting.* 1. Formaline. GERRETSEN c.s. (7) hebben gevonden, dat 0,4–0,8 l 40 % formaline per m$^2$ grond geschikt was om het „van de wortel gaan" van narcissen en hyacinthen te bestrijden. De andere door hen onderzochte stoffen ($CaOCl_2$, carbolineum, chloorwater en uspulun) gaven onvoldoende effect, terwijl zwavelkoolstof soms bijna zo gunstig werkte als formaline. Uit proeven van D. MULDER (22) bleek dat formaline (naast organische kwikverbindingen) tot de werkzaamste grondontsmettingsmiddelen behoort. Nieuwer onderzoek was destijds nog niet bekend.

Per proefveld hebben wij een veldje van 30 m$^2$ behandeld met 3 l formaline 4 % per m$^2$ en met een gieter erover gesproeid. De grond werd met een vork wat losgewerkt en afgedekt met een dekzeil gedurende minstens 2 dagen. Dit gebeurde begin Januari.

Voor de ontsmetting van potgrond werd 5 (later 10) cc 40 % formaline verdund tot 150 cc en gelijkmatig door 5 kg grond gewerkt, die daarna afgedekt werd weggezet gedurende 24 uur. Daarna werd de grond uitgespreid en dagelijks begoten gedurende 14 dagen, waarna ze op de normale wijze werd bevochtigd, bemest en beplant.

2. Zwavelkoolstof werd op het veld toegepast in een hoeveelheid van 0,4 l per m$^2$, verdeeld over 16 gaten, die elk 25 cc kregen en daarna dichtgetrapt werden. Per veldje van 30 m$^2$ werd dus 12 l $CS_2$ gebruikt (begin Januari).

Per 5 kg potgrond werd 7 cc $CS_2$ toegepast. De grond bleef 1 dag afgedekt staan en werd daarna 14 dagen uitgelucht in uitgespreide toestand.

3. Stomen of steriliseren werd enkele malen geprobeerd, maar er was steeds een ongunstige invloed op het gewas.

## 5. EIGEN ONDERZOEK

A. *Beschrijving van het ziektebeeld.* De verspreiding van de ziekte over het veld is verschillend. Soms ziet men in een gezond gewas enkele zieke plekken, welke min of meer rond zijn of soms ook langgerekt in de bewerkingsrichting van het perceel. In het centrum van zo'n plek is het gewas meestal reeds geheel

verdord, terwijl aan de randen de planten minder hevig aangetast zijn. Ook zagen wij een geval, waar de zieke plekjes slechts uit enkele planten bestonden.

In andere gevallen is het perceel voor de helft of practisch geheel aangetast en is een totale misoogst het resultaat.

Zaait men op zo'n terrein een voor de ziekte vatbaar erwtenras, dan is bij de opkomst en eerste ontwikkeling van het gewas alles nog normaal. De eerste ziekteverschijnselen treden meestal in de tweede helft van Mei op. (De vroegste datum die wij noteerden is 16 Mei, fig. 2). De bovenste stipulae en blaadjes beginnen in te rollen, waarbij de onderzijde aan de binnenkant komt en de zijkanten elkaar naderen, terwijl de kleur van de plant minder fris groen wordt. Deze verschijnselen nemen toe; de kleur wordt vaalgroen tot gelig groen. De top van de plant gaat scheef groeien en de gehele plant valt min of meer om; het gewas ziet er platgeslagen uit (fig. 4). De groei stagneert. Ondertussen kan men soms waarnemen, dat de planten stijf zijn geworden, vooral onderaan. De onderste bladeren worden vaak enigszins geel en verdorren. De gehele plant verdroogt in korte tijd, veelal terwijl zij nog groen is. Van de bloei komt weinig terecht en van de vruchtzetting meestal in het geheel niets.

In potproeven werd het verschijnsel van het stijf of succulent worden door ons niet waargenomen. Daarentegen werden vaak de topblaadjes enigszins slap.

Ook het omvallen was in de potten minder duidelijk. Wel trad het verkleuren, het inrollen van de blaadjes, het scheefgroeien en snel verdorren zeer typisch op (fig. 8). Waarschijnlijk zijn de omstandigheden van temperatuur en vochtigheid van veel belang voor de ontwikkeling van de symptomen. Zo hebben we gezien dat in potten in het najaar het verschijnsel van het verdrogen van de bladeren van onderen af sterk op de voorgrond treedt, terwijl de toppen dan nog lang groen blijven.

De wortels en epicotylen van de zieke planten kunnen er aan de buitenzijde geheel normaal uitzien.

Een houtverkleuring is niet altijd duidelijk, vaak treedt slechts een lichte vergeling op. Bij microscopische contrôle blijken dan de houtvaten van hoofdwortel en epicotyl reeds vol mycelium te zitten, hetgeen het zieke uiterlijk van de bovengrondse delen begrijpelijk maakt (fig. 1).

Fig. 1
Dwarse doorsnede door het houtgedeelte van een erwtenwortel, aangetast door *Fusarium oxysporum f. pisi ras 1.*
*Cross-section through the xylem of a pea root, infected by Fusarium oxysporum f. pisi race 1.*

B. *Eerste waarnemingen in potten met zieke grond.* Op 29 Mei 1941 werden potten met drie soorten grond, „ziek", „gezond" en „buiten het proefveld", afkomstig van de vruchtwisselingsproef op de Proefboerderij „Jacob Sijpkens Heerd" te Nieuw-Beerta, met ronde groene erwten bezaaid. Op 14 Juli was het gewas op de „zieke" grond bijna dood, op de „gezonde" grond flink ziek, terwijl de planten op de grond van „buiten het proefveld" voor de helft ziek en voor de helft licht ziek waren.

In het najaar werden een aantal potten met de ziekste grond opnieuw met erwten bezaaid. De planten werden weer ziek. Op 3 November werden ze geoogst en nader onderzocht.

Stukjes van de hoofdwortels en onderste stengeldelen werden uitgelegd op kersagar. Van alle 6 onderzochte plantjes werden Fusarium-stammen geïsoleerd, welke onderling veel overeenkomst vertoonden. Bovendien werden er van de aangrenzende delen van deze stukjes coupes gemaakt. In de houtvaten van bijna alle planten (uitgezonderd de gezondste) werden schimmeldraden waargenomen (fig. 1). Daarbij was het hout vaak rood of oranje verkleurd.

De Heer M. J. Heyboer te Zevenhuizen (Z.H.) zond ons een monster zieke planten, waaruit wederom dergelijke Fusaria werden geïsoleerd. (Daarnaast kwam ook Ascochyta pinodella voor). Op 2 Mei 1942 werden enkele potten met de betreffende zieke grond met Unica-erwten bezaaid. Op 12 Juni (na 41 dagen) waren deze planten al heel ziek en een flink stuk achtergebleven bij de gezonde parallellen op andere gronden (fig. 8). Op 29 Juni (na 58 dagen) waren ze practisch dood. Bij een herhaling van dit proefje (proef 4, aangezet op 19 Augustus, zie tabel 2) verliep het proces nog sneller, waarschijnlijk door de hogere temperatuur, zodat de planten na 21 dagen zeer ziek en na 33 dagen practisch dood waren. Van 3 zieke plantjes werden 4 stukjes hoofdwortel en 2 epicotylen op kersagar uitgelegd. Uit alle 6 stukjes groeide een zelfde *Fusarium*

TABEL 2. Invloed van grondontsmetting met formaline op de ontwikkeling van erwten op grond afkomstig van ernstig door Amerikaanse vaatziekte besmette percelen. Potproeven. 10: stand zeer goed; 0: dood.

*(Influence of soil desinfection with formalin on the development of peas on soil from fields badly infested with common pea wilt. Potexperiments. 10: excellent growth; 0: dead.)*

| | Proef 4. Grond van Heyboer<br>Exp. 4. *Soil from Heyboer* | | | | Proef 5. Grond van Van Straalen<br>Exp. 5. *Soil from Van Straalen* | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Dagen na zaaien<br>*Days after sowing* | 21 | 26 | 33 | 42 | 20 | 24 | 33 | 45 |
| Onbehandeld<br>*Untreated* | 2<br>1 | 2<br>1 | 1<br>0 | 0<br>0 | 2<br>2 | 2<br>2 | 1<br>2 | 0<br>0 |
| Ontsmet<br>*Disinfected* | 10<br>10 | 8<br>9 | 7<br>9 | 6<br>8 | 10<br>10 | 10<br>10 | 10<br>10 | 10<br>10 |

Ondertussen deelde Dr Goossens van de Plantenziektenkundige Dienst mede, dat in de omgeving van Zoetermeer ook veel ziekte in de erwten voorkwam. Door bemiddeling van de plaatselijke P.D. ambtenaren ontvingen wij grond van een ziek perceel bij de Heer G. van Straalen te Zoetermeer. Hiermede werd op 28 Augustus 1942 een potproef aangezet (proef 5), waarbij na 18 dagen

reeds zieke planten werden waargenomen, welke na 33 dagen dood waren. De verschijnselen waren dezelfde als op de grond van HEYBOER (fig. 8 en tabel 2). Er werd een voorlopige beschrijving gemaakt van de symptomen. Van 7 van deze planten werden stukjes uitgelegd. Overal groeiden *Fusaria* uit, die grote overeenkomst vertoonden met de bovenvermelde stammen.

*Conclusie.* Een hevige ziekte treedt op in potten met bepaalde gronden. Van de uitgelegde planten zijn ogenschijnlijk identieke *Fusaria* geïsoleerd welke tot *F. oxysporum* SCHL. em. SN. et H. behoren. Er zijn hyphen waargenomen in de houtvaten van onderste stengeldeel en bovenste deel van de hoofdwortel.

C. *Ontsmettingsproeven in potten.* Deze werden genomen teneinde ons te oriënteren omtrent het karakter van de ziekte.

De zieke grond van HEYBOER (proef 4, blz. 188) werd met formaline behandeld (Zie methode blz. 186). Nadat de grond uitgelucht was werden potten met behandelde en met onbehandelde grond met erwten (Unica) beplant. De planten in de ontsmette grond bleken zich reeds na 9 dagen iets beter te ontwikkelen dan in de contrôle-potten. Na 21 dagen waren ze nog gezond, de contrôles zeer ziek. Na 33 dagen begonnen enkele planten ziek te worden, de contrôles waren toen practisch dood. Hoewel de ontsmetting dus niet volledig geslaagd was, was het verschil met de planten in de onbehandelde grond toch zeer groot.

In een zelfde proefje met de grond van VAN STRAALEN (proef 5, blz. 188) bleven de planten in de met formaline behandelde grond tot het einde gezond, terwijl de contrôles ook hier na 33 dagen ongeveer dood waren.

In proef 6 werden naast formaline nog enkele andere methoden beproefd, namelijk stomen, behandeling met zwavelkoolstof (methode zie blz. 186) en met het Defa-product Sch. 1148. Formaline werkte goed, maar bij de gebruikte hoeveelheid (5 cc. 40 % per Mitscherlichpot) was de ontsmetting niet absoluut en werden de planten na 73 dagen toch nog licht ziek. Stomen was wel afdoende, maar er was een schadelijke werking op de groei (fig. 7). Sch. 1148 had een zeer onvoldoend effect. Zwavelkoolstof heeft de opbrengst ten opzichte van de oorspronkelijke grond niet verhoogd.

In proef 7 werd het effect van een behandeling met formaline onderzocht op de zieke gronden van HEYBOER (Zevenhuizen), VAN STRAALEN (Zoetermeer) en KOOISTRA (Lellens) en op een gezonde grond van BOS (Lellens). Zie de beoordelingscijfers tabel 3 en de stand op fig. 5 en 6. Terwijl de behandeling van de gezonde grond geen invloed op de stand van het gewas had, was het effect op de zieke gronden zeer groot. Ook in de opbrengsten van de beide objecten traden grote verschillen op (Zie tabel 3).

Op dezelfde wijze werd ook de grond van TEN HAVE (Beerta) ontsmet. Hier was na 27 dagen het verschil reeds aanzienlijk en waren de planten in de onbehandelde grond na 47 dagen dood, terwijl de planten in de ontsmette grond gezond waren.

*Conclusie ontsmettingsproeven in potten.* Terwijl de planten in de zieke grond veelal een maand na het zaaien reeds ernstig ziek zijn, kan men in met formaline ontsmette grond zeer goede planten opkweken. Enkele andere ontsmettingsmiddelen voldeden veel minder goed. Deze erwtenziekte kan dus door grondontsmetting in principe bestreden worden. We kunnen concluderen, dat de ziekte veroorzaakt wordt door een levend organisme, dat in de grond voor-

TABEL 3. Vergelijking van de ontwikkeling van erwten op grond afkomstig van vier zieke percelen en een gezond perceel, a: niet ontsmet, b: ontsmet met formaline. Beoordelingscijfers 0–10 (zie blz. 185). Opbrengsten in g. per pot.
*Comparison of the development of peas on soil from 4 fields infested with the wilt-organism and from one healthy field, a: untreated, b: treated with formalin. Explanation of values 0–10 see p. 185. Yields in g. per pot.*

| | M. J. Heyboer Zevenhuizen (Z.H.) ziek (infested) | | G. van Straalen Zoetermeer ziek (infested) | | H. Kooistra Lellens (Gr.) ziek (infested) | | H. P. ten Have Beerta ziek (infested) | | H. J. Bos Lellens (Gr.) gezond (healthy) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | a | b | a | b | a | b | a | b | a | b |
| Beoordeling (*values*) | | | | | | | | | | |
| 27–30 dagen na zaaien (*days after sowing*) | 6,5 | 8 | 6,5 | 8 | – | – | 5,5 | 8 | – | – |
| 33–39 | 5 | 8 | 8 | 8 | 7 | 8 | 3 | 8 | 8 | 8 |
| 47–52 | 1,5 | 8 | 5,5 | 9 | 7 | 9 | 0 | 8 | 8 | 8,5 |
| 61 | – | – | – | – | 4 | 8 | – | – | 9 | 8 |
| Opbrengst korrel (*yield seed*) | 0 | 11 | 0 | 4 | 0 | 21 | – | – | 19 | 27 |
| Opbrengst stro (*yield straw*) | 2 | 20 | 9 | 20 | 7 | 14 | – | – | 13 | 15 |

komt. Hiermede is vanzelfsprekend nog niet bewezen dat wij hier met de bovengenoemde *Fusarium* te maken hebben.

D. *Infectieproeven.* Een aantal infectieproeven werd genomen met een van de geïsoleerde schimmels, stam $la_1$, isolatie 1941.

Proef 8. De proef werd zo steriel als nodig was ingericht om de besmetting met *Rhizobium* te vermijden. De planten werden gekweekt in Mitscherlich-potten met glaszand en voedingsoplossing. Als substraat voor de schimmel diende kurkmeel, dat bevochtigd was met een voedingsoplossing. Per pot werd gebruikt: 30 g kurkmeel, 150 cc water, 0,5 g rietsuiker, 0,1 g $KNO_3$, 0,05 g $KH_2PO_4$, 0,025 g $MgSO_4 . 7H_2O$. Hierop werd de schimmel vóór het begin van de proef geënt. Het materiaal werd gebruikt toen het geheel doorgroeid was. De helft van de potten werd geïnoculeerd met deze Fusarium-cultuur, de andere helft kreeg het steriele kurkmengsel. De kurk werd op twee manieren in de potten gebracht, namelijk bij A en C in een laag ongeveer ter halverhoogte van de pot en bij B en D door de gehele pot heengewerkt. A en B zijn de geïnfecteerde series, C en D de contrôles zonder schimmel. Per pot werden 3 Unica-erwten geplant op 31 Juli 1942. De potten stonden onder een glazen afdak, maar verder in de buitenlucht. Na zich de eerste 25 dagen normaal ontwikkeld te hebben, vertoonden enkele planten op de 26ste dag, tijdens een hittegolf de eerste ziekteverschijnselen. Drie dagen later waren ze reeds afgestorven. De andere geïnfecteerde planten ondergingen na korter of langer tijd hetzelfde lot, zodat aan het einde van de proef er van de 12 in tabel 4 vermelde planten 11 dood waren. Van de 12 contrôles waren er 11 gezond, terwijl één plantje achterbleef en afstierf onder andere verschijnselen.

De ziekteverschijnselen bestonden vooral uit:

*a.* een vale kleur van de plant,

Fig. 2

Eerste verschijnselen bij het ras Unica: de stipulae beginnen iets te rollen (rechts), de planten vallen uiteen.

*First symptoms in the variety Unica: the stipulae begin to curl (on the right), the plants fall apart.*

Fig. 3

Gezonde planten op dezelfde dag als bij fig. 2.

*Healthy plants on the same day as on fig. 2.*

Fig. 4

Ziektebeeld verder voortgeschreden: bladeren en stipulae rollen in, de planten liggen plat, de groei stagneert.

*Symptoms have progressed: leaves and stipulae are curling, plants are lying flat, the growth is checked.*

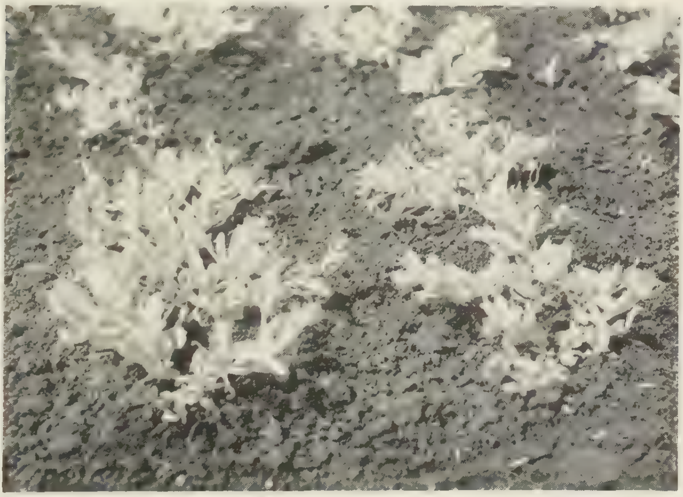

Fig. 5. Ontsmettingsproef met zieke grond van Heyboer, Zevenhuizen (Z.H.). 7: niet ontsmet 8: ontsmet met formaline en vermengd met 20 % van de niet ontsmette grond 9: ontsmet met formaline
*Disinfection experiment with infested soil. 7: untreated 8: disinfected with formalin and mixed with 20 % of the untreated soil 9: disinfected with formalin*

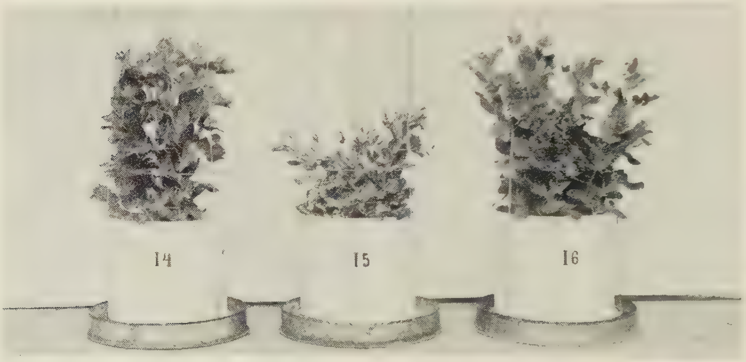


Fig. 6. Ontsmettingsproef. 14: gezonde grond van Bos, Lellens (Gr.) 15: zieke grond van Van Straalen, Zoetermeer 16: idem, ontsmet met formaline
*Disinfection experiment. 14: healthy soil 15: infested soil 16: idem, disinfected with formalin*

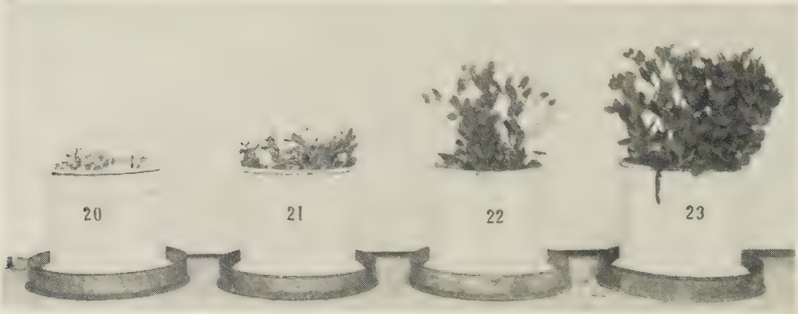


Fig. 7. Ontsmettings- en inoculatieproef met zieke grond van Heybroek, Zevenhuizen (Z.H.). 20: onbehandeld 21: ontsmet met formaline, daarna besmet met *F. oxysp. f. pisi ras 1* 22: ontsmet door stomen 23: ontsmet met formaline
*Disinfection- and reinoculationexperiment with infested soil. 20: untreated 21: disinfected with formalin and reinoculated with F. oxysp. f. pisi race 1 22: disinfected by steam 23: disinfected with formalin*

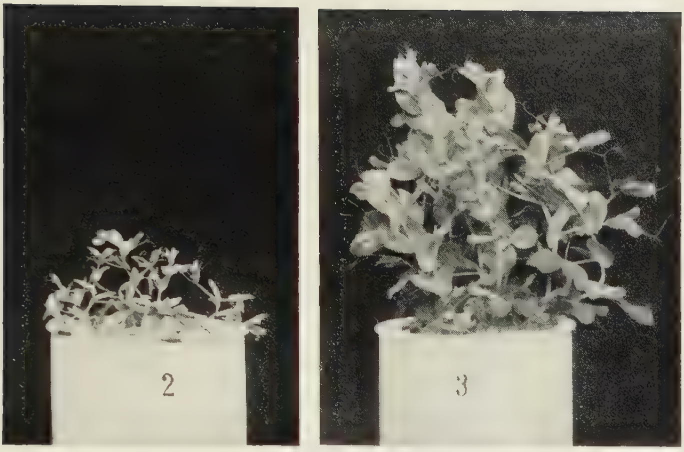


Fig. 8. Ziektebeeld bij Unica.
pot 2: in grond van een ziek practijkveld
pot 3: contrôleplanten in gezonde grond
*Symptoms in the variety Unica.*
*2: in soil from an infested field*
*3: check in healthy soil*

Fig. 9. Proefveld te Beerta (Gr.) — *Experimental field at Beerta (Gr.)*
Nederlandse rassen — *Netherlands varieties*

| | links (*left*) | rechts (*right*) |
|---|---|---|
| achter (*background*) | Stijfstro | G.E.K. |
| midden (*middleground*) | *Gruno* | Rondo |
| voor (*foreground*) | Unica | *Zelka* |

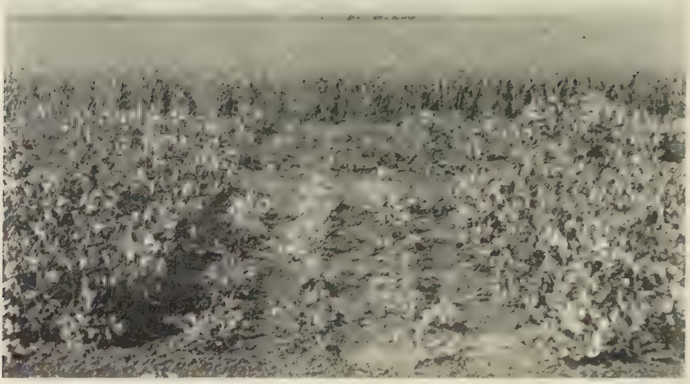

Fig. 10. Proefveld te Beerta (Gr.) *Experimental field at Beerta (Gr.)*
Amerikaanse erwtenrassen *American varieties*
voorgrond links (*left*) midden (*middle*) recht (*right*)
(*foreground*) *Wisconsin Merit* G.E.K. (*check*) *Wisconsin Early Sweet*

Fig. 11. Resistente lijn uit kruising resistent × vatbaar
*Resistant line from crossing resistant × susceptible*
links (*left*) midden (*middle*) rechts onder (*right corner*)
nr 47 G.E.K. (*check*) nr 48

*b.* het inrollen van de bladeren en stipulae, beginnende bij de top,
*c.* het verdrogen en snel afsterven van de gehele plant.

Het leek zeer waarschijnlijk, dat het ziekteproces door de hoge temperatuur versneld werd. Zie voor het ziekteverloop de onderstaande tabel 4:

TABEL 4. Inoculatieproef in potten met glaszand en voedingsoplossing. 3 planten per object. A en B geïnoculeerd. C en D contrôle. A inoculatie op halve hoogte. B inoculatie door gehele pot. 10 gezond; 0 dood. Elke waarde het gemiddelde van 3 planten.

*Inoculation experiment in pots with quartz sand and nutrient solution. A and B inoculated. C en D untreated. A inoculation at half height of pot. B inoculation all through pot. 10 perfectly healthy; 0 dead. Every value the average of 3 plants.*

| | na 26 dagen (*after 26 days*) | na 29 dagen (*after 29 days*) | na 36 dagen (*after 36 days*) | na 73 dagen (*after 73 days*) |
|---|---|---|---|---|
| A . . . . . . | 10 | 6 | 5, 2, 0 | 0 |
| B . . . . . . | 9 | 0 | 0 | 0 |
| C . . . . . . | 10 | 10 | 10 | 10 |
| D . . . . . . | 10 | 10 | 10 | 10 |

Verder werden infectieproeven genomen in watercultuur.

Proef 9. Het bleek mogelijk erwtenplanten, welke steriel werden opgekweekt in Erlenmeyers met voedingsoplossing te inoculeren met *Fusarium*-mycelium (stam $1a_1$), dat tegen de hoofdwortel, juist boven het vloeistofoppervlak werd aangebracht. De spruiten vertoonden de typische vale kleur en de naar binnen gerolde blaadjes en stipulae. Ze bleven kleiner dan die van de contrôles. Het wortelstelsel werd bruinachtig, waarbij de worteltoppen vaak het donkerst gekleurd waren. Soms werden de wortels overgroeid met mycelium.

Proef 10. Bovenstaande proef werd herhaald onder beter gecontroleerde omstandigheden van pH en doorluchting. Er werd op twee tijdstippen geïnoculeerd, nl. direct bij het inbrengen van de voorgekiemde erwtenplantjes (wortel ± 4 cm, spruit ± 2 cm lang) en na 32 dagen. Het bleek dat er bijna geen verschil was tussen de laat-geïnoculeerde planten en de contrôles. De vroeg-geïnoculeerde vertoonden hetzelfde beeld als in proef 9.

Proef 11. Een derde infectieproefje in watercultuur werd genomen om verschillende *Fusarium*-stammen te vergelijken. Het bleek dat de beproefde stammen ($1a_1$, $3a_3$ en $21_2a$, isolaties 1941) alle pathogeen waren en hetzelfde ziektebeeld veroorzaakten. Door de slechte sporenvorming konden deze stammen destijds niet gedetermineerd worden.

In proef 12 werd de grond van HEYBOER, Zevenhuizen (Z.H.) eerst ontsmet met formaline en daarna een deel ervan geïnoculeerd met een reincultuur van de *Fusarium*-stam $1a_1$ (een cultuur op kurkmeel en voedingsoplossing als voren). Beide objecten werden vergeleken met de oorspronkelijke grond. De planten in de geïnoculeerde grond werden iets later ziek dan die in de oorspronkelijke grond. De verschijnselen waren echter geheel gelijk en in beide objecten stierven de erwten af toen de contrôles nog geheel gezond waren (fig. 7).

Hiermede is dus bewezen, dat de stam $1a_1$ identiek is met de ziekteverwekker in deze grond.

*E. Proefvelden met Nederlandse rassen.*

1. Oriënterende proeven met één ras per proefveld.

Ondertussen werd een aantal veldproeven opgezet om het verloop van de ziekteverschijnselen onder natuurlijke omstandigheden waar te nemen. Tevens werd de invloed van ontsmetting met formaline en zwavelkoolstof op een enkel veldje van 30 $m^2$ nagegaan. (Methodiek zie blz. 186). De waarnemingen bij de verschillende proeven worden hieronder zeer kort vermeld.

*Pr 739 H. J. Bos, Lellens (Gr.)*

Oudere gegevens: 1940 erwten, 1942 opnieuw erwten (proefveld).

Proefjaar 1943. Ras: Unica.

28 April: Het met $CS_2$ behandelde veldje lijkt iets slechter dan de andere.

19 Mei: Enkele veldjes ziek.

16 Juni: Groot deel van de planten sterft af onder typische verschijnselen.

De opbrengsten zijn zeer variabel. Enkele, op de slechtste plekken gelegen veldjes brengen practisch niets op.

Formaline noch $CS_2$ hebben een gunstig effect.

Isolaties: 2 × *Fusarium oxysporum f. pisi ras 1*, 1 × *Ascochyta pinodella.*

*Pr 768 M. J. Heyboer, Zevenhuizen (Z.H.)*

Oudere gegevens: 1940 zeer ziek erwtengewas. Bij deze boer kwam reeds vóór 1937 ziekte in erwten voor. In een brief van 22 April 1942 vermeldt de Heer Heyboer „een stuk waar in 1940 de erwten doodgingen voor ze bloeiden en tijdens de bloei" ... „en ook drie jaar van tevoren gingen ze erop dood en daarvoor ook al". Waarschijnlijk is het gehele bedrijf besmet met de Amerikaanse vaatziekte. Met deze grond zijn verschillende potproeven genomen. (Zie blz. 188–189).

Proefjaar 1943. De opkomst van de Mansholt's G.E.K.-erwten is normaal.

17 Mei: Gezondheid van het gewas is in verband met de hevige hagelschade op 8 Mei moeilijk te beoordelen. Het loof schijnt nog gezond.

1 Juni: Begin der ziekteverschijnselen.

11 Juni: Zeer ziek gewas; het beeld komt overeen met de boven gegeven beschrijving (zie blz. 186). Gezondheidscijfers variëren van 2–8.

Zwavelkoolstof heeft bijna geen effect.

Het met formaline behandelde veldje blijft iets langer groen dan de contrôles.

Korrelopbrengsten alle zeer laag: contrôles 0,2–1,5, $CS_2$-veldje 2,5, formalineveldje 6,8 kg/a.

*Pr 769 G. van Straalen, Zoetermeer*

Oudere gegevens: grasland in 1940 gescheurd; 1941 goed gewas erwten; 1942 erwten, die ziek werden, maar groen geplukt nog goed financieel resultaat gaven.

Proefjaar 1943. De opkomst van de Mansholt's Plukerwten wat onregelmatig.

17 Mei: Gewas schijnt nog gezond. $CS_2$-veldjes vertonen enige schade (vlekkerige bladeren).

11 Juni: Verschillende zieke plekken. Formalinebehandeling heeft enig gunstig effect.

2 Juli: Meeste planten afgestorven, nog slechts enkele groene plekken.

Korrelopbrengsten: contrôles 1,0–5,7, $CS_2$-veldje 5,1, formalineveldje 3,7 kg/a.

Isolaties (inclusief potproef met deze grond): 2 × *F. oxysp. f. pisi ras 1*, 1 × *F. species*, 1 × *Ascochyta pinodella.*

*Pr 770 H. Kooistra, Lellens (Gr.)*

Oudere gegevens: 1938 slecht gewas erwten; 1942 misoogst van erwten (wortels verrot, planten vergeeld).

Proefjaar 1943. Opkomst van Unica's is goed.

19 Mei: Planten op het $CS_2$-veldje vertonen enige schade, die later niet meer opvalt.

26 Mei: Gewas lijkt nog niet ziek, standcijfers echter van 4½–9.

16 Juni: Grootste deel proefveld met doodziek gewas (gezondheidscijfers 1–10). Verschil linker- en rechterhelft van het proefveld groot.

Korrelopbrengsten variëren van 0–21 kg/a; formalineveldje 4,0, $CS_2$-veldje 7,8kg/a.

Isolaties: 1 × *F. oxysp. f. pisi ras 1*, 2 × *F. avenaceum.*

Idem van een potproef: 4 × *F. oxysp. f. pisi ras 1.*

Resultaat oriënterende proefvelden. Ook op het veld treedt de ziekte dus hevig op. De verdeling over de terreinen is bij deze proeven zeer ongelijkmatig. Soms is er een geleidelijk verloop van de ene kant van het proefveld naar de andere kant, meestal zijn er onregelmatige plekken.

Van planten van deze proefvelden of van potproeven met de grond daarvan is in alle gevallen een ogenschijnlijk identieke Fusarium geïsoleerd. Verscheidene stammen zijn door het Centraal Bureau voor Schimmelcultures gedetermineerd als *Fusarium orthoceras* App. et Wr. (*Fusarium oxysporum f. pisi ras 1* Sn. et H.) De werking van de ontsmettingsmiddelen is door de ongelijkmatigheid van de proefvelden moeilijk te beoordelen.

In een enkel geval had de behandeling met formaline een relatief gunstig effect, maar het practisch resultaat was steeds onvoldoende. Daar het middel in potten wel werkte meen ik dit te moeten toeschrijven aan een onvoldoende doordringen van de formaline in deze kleigronden. Zwavelkoolstof oefende eerst enige schadelijke werking op de planten uit, terwijl later bleek dat een practisch-onbelangrijke opbrengstverhoging ten opzichte van de onbehandelde veldjes was opgetreden.

2. Proeven met verschillende rassen.

Naast de bovenbeschreven proeven, die alle met één enkel erwtenras werden genomen, was het van belang het gedrag van verschillende rassen op de zieke terreinen te onderzoeken.

TABEL 5. Lijst van de gebruikte landbouwerwtenrassen.
*List of the field pea varieties used.*

| | |
|---|---|
| *Ronde groene erwten* | Beproefd op: |
| Unica . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 16 proefvelden 1943–'49 |
| Mansholt's Gekruiste Extra Korte (= G.E.K.) . . | 11 proefvelden 1943–'49 |
| Rondo C.B. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 12 proefvelden 1944–'49 |
| Stijfstro C.B. (vroeger Erecta C.B.) . . . . . . . | 11 proefvelden 1944–'48 |
| Parel C.B. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 4 proefvelden 1944 |
| | 7 proefvelden 1946–'49 |
| Conservo (nu Servo) . . . . . . . . . . . . | 4 proefvelden 1947–'48 |
| Mansholt's Pluk . . . . . . . . . . . . . . | 2 proefvelden 1943–'44 |
| | 1 proefveld 1948 |
| *Schokkers* | |
| Zelka . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 14 proefvelden 1944–'49 |
| Mansholt's selectie 710–41 . . . . . . . . . | 1 proefveld 1948 |
| *Rozijnerwten, kortstro* | |
| Gruno . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 10 proefvelden 1944–'49 |
| Vinco C.B. . . . . . . . . . . . . . . . | 4 proefvelden 1947–'48 |
| Mansholt's 789–44 . . . . . . . . . . . . | 1 proefveld 1948 |
| *Rozijnerwten, langstro* | |
| Noord-Hollandse . . . . . . . . . . . . . | 1 proefveld 1948 |
| Kola . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1 proefveld 1948 |
| *Capucijners, kortstro* | |
| Hala . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 2 proefvelden 1944–'45 |
| | 1 proefveld 1948 |
| Erecta . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1 proefveld 1948 |
| Helios C.B. (nu Aureool C.B.) . . . . . . . . | 1 proefveld 1948 |

| *Capucijners, langstro* | Beproefd op: |
|---|---|
| Groninger blauwpeul . . . . . . . . . . . . . | 1 proefveld 1945 |
| | 1 proefveld 1948 |
| Wijker vale . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1 proefveld 1948 |
| Platte vale . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1 proefveld 1948 |

Voor een eerste oriëntatie omtrent de reactie van enkele rassen werden in 1944 de variëteiten van het Centraal Bureau Rondo, Erecta, Parel en het schokkerras Zelka gebruikt. Hiermede werd op twee proefvelden (Pr 786 en 791) slechts een enkel veldje bezaaid, terwijl het derde proefveld (Pr 739) geheel als rassenproef was ingericht, waarbij stroken Unica's als contrôles tussen elke rij veldjes met genoemde rassen werden ingelegd. Verder werden op Pr 770 ongeveer op dezelfde manier 21 erwtenrassen en kruisingen beproefd, welke ons ter beschikking werden gesteld door het Instituut voor Plantenveredeling. Op dit proefveld werden in 1945 een serie gewone landbouwrassen en enige kruisingen van Dr R. J. Mansholt onderzocht.

Uit deze proeven bleek dat Zelka overal een goed figuur sloeg. Ook schokkerkruisingen en paarsbloeiende rassen als Gruno en Hala bleken weinig vatbaar te zijn. De andere rassen vertoonden wel verschillen in snelheid van ziek worden, maar gingen toch alle te gronde. Op de hieronder volgende proefvelden werden de rassen Unica, G.E.K., Rondo, Parel, Stijfstro, Zelka en Gruno beproefd in 2- of 4-voud.

*Pr 865 A. B. Uyterlinde, Zoetermeer*

Oudere gegevens perceel A: 1939 grasland gescheurd, 1940 en 1941 Unica's met goede opbrengst (± 4000 kg/ha korrel). In 1941 waren er echter al plekken, die eerder afstierven. In 1943 kwamen Plukerwten goed op, maar stierven in de tweede helft van Mei snel en totaal af.

Oudere gegevens perceel B: Vertoonde zelfde ziektebeeld als A.

Proefjaar 1946 (perceel B). Bovengenoemde rassenserie in 4-voud op veldjes van 24 m².

± 24 Mei: Ronde groene erwten worden ziek.

28 Mei: Vatbare rassen zeer ernstig aangetast.

28 Juni: Zelka en Gruno steken als groene stroken boven de totaal verdorde rest uit. Gezondheidscijfers stemmen goed overeen voor de parallellen. Zie de gemiddelden in tabel 6, blz. 196.

Opbrengsten zie tabel 7, blz. 197. Zeer groot verschil tussen vatbare en resistente rassen.

Isolaties [1]: Parel, 9 planten: 6 × *F. oxysp. f. pisi ras 1*, 3 × *F. oxysp. f. pisi ras ?*, 1 × *F. oxysp. f. pisi ras 3*, 1 × *Ascochyta pinodella*, 1 × *Pythium species*.

Gruno, 9 planten: 3 × *F. oxysp. f. pisi ras 3*, 3 × *F. oxysp. f. pisi ras ?*, 1 × *F. oxysp. f. pisi ras 1*, 2 × *F. culmorum*, 1 × *F. avenaceum*, 2 × *Ascochyta pinodella*, 1 × *Pythium species*.

Zelka, 2 planten: 2 × *Ascochyta pinodella*.

*Pr 942 A. B. Uyterlinde, Zoetermeer*

Oudere gegevens: zie boven Pr 865.

Proefjaar 1947. Bovengenoemde rassenserie plus Conservo en Vinco. Veldjes van 19 m² in duplo.

19 Mei: Bij de vatbare rassen de eerste ziekteverschijnselen, nl. iets afwijkende stand en kleur van bladeren en stipulae.

4 Juni: Alle vatbare rassen practisch dood (zie tabel 6, blz. 196). Zelka, Gruno en Vinco zijn resistent.

Opbrengsten zie tabel 7, blz. 197.

Isolaties: Rondo en Conservo, 19 planten: 15 × *F. oxysp. f. pisi ras ?*, 2 × *F. spec.*, 1 × *F. avenaceum*, 1 × *F. solani f. pisi*, 2 × *Botrytis cinerea*, 1 × *Pythium species*, 2 × *Ascochyta pinodella*.

---

[1]) Zie blz. 199, hoofdstuk G. Isolaties, 2e al.

*Pr 943 H. Koetsier, Zoetermeer*
Oudere gegevens: Op dit terrein had een ziek erwtengewas gestaan.
Proefjaar 1947. Proefopzet als bij Pr 942.
19 Mei: Gewas nog normaal.
4 Juni: Hevige ziekte treedt op met de bekende verschijnselen. Gedrag van de rassen als op Pr 942 (zie tabel 6, blz. 196).
28 Juni: Alle vatbare rassen dood.
Opbrengsten zie tabel 7, blz. 197. Ze liggen iets hoger dan op Pr 941 en 942.
Isolaties: G.E.K., 4 planten: 4 × *F. oxysp. f. pisi ras ?*, 1 × *Ascochyta pinodella.*
Zelka, 5 planten: 2 × *F. solani f. pisi*, 2 × *Ascochyta pinodella.*

Het valt op dat bij de isolaties van Pr 865, 942 en 943 de ronde groene erwten Parel, Rondo, Conservo en G.E.K. steeds *F. oxysporum f. pisi ras 1* hebben opgeleverd (soms aangeduid als *F. oxysporum f. pisi ras* ? als het ras niet bepaald is).

Daarnaast kwam een *lichtere aantasting* voor op deze terreinen, welke slechts herkenbaar was als de Amerikaanse vaatziekte niet kon optreden, dus bij de resistente rassen Gruno en Zelka. Als zwakkere pathogenen traden daar in hoofdzaak op *Ascochyta pinodella* en *Fusarium solani*, terwijl bij Uyterlinde (Pr 865 en 942) *F. oxysporum f. pisi ras 3* een rol speelt.

*Pr 1102 D. Douwes, Westerlee*
Oudere gegevens: 1947 totaal geel erwtengewas.
Isolaties van 5 planten: 4 × *F. solani f. pisi.*
Proefjaar 1949. Rassenserie van blz. 193–194, behalve Stijfstro, op veldjes van 16,8 m² in 4-voud.
14 Mei: Eerste ziekteverschijnselen.
19 Mei: Verschil tussen vatbare en resistente rassen goed zichtbaar. Het ziekste ras kreeg gezondheidscijfer 4, het gezondste 8½.
27 Mei: Duidelijk scheefgroeien en omvallen van de planten.
1 Juni: Fig. 2 en 4 gemaakt van dit proefveld. Fig. 3 is genomen van een naburig gezond veld.
Ziekte zet langzaam (koud weer) doch gestadig door.
Eind Juni: Alle vatbare rassen dood, Zelka en Gruno geheel gezond. Zie tabel 6, blz. 196.
Opbrengsten alleen van Zelka en Gruno. Deze zijn door het gunstige jaar zeer hoog, zie tabel 7, blz. 197.
Isolaties: Rondo, 17 planten: 11 × *F. oxysp. f. pisi ras 1*, 4 × *Ascochyta pinodella*, 6 × *F. solani f. pisi*, 1 × *F. flocciferum*, 1 × *F. avenaceum*, 3 × *Pythium species.*

Conclusie rassenproeven. Er blijkt een scherpe scheiding te bestaan tussen vatbare en resistente rassen. Alle ronde, groene erwtenrassen zijn vatbaar en sterven op een flink geïnfecteerd veld zonder vruchtzetting af. (Wellicht ten overvloede worde erop gewezen dat de C.B. rassen Rondo, Parel en Stijfstro, die een goede naam hebben in verband met hun resistentie ten opzichte van „voetziekte", dus wel vatbaar zijn voor de Amerikaanse vaatziekte). Zelka schokker is resistent. Door enkele proeven kregen wij aanwijzingen, dat andere schokkers ook resistent zijn. Gruno rozijnerwt en Vinco rozijnerwt zijn resistent. Dit geldt waarschijnlijk ook voor alle andere kortstro capucijners en rozijnerwten. Langstro capucijners en rozijnerwten reageren verschillend.

F. *Proefvelden met Amerikaanse rassen.* Uit de Amerikaanse literatuur was bekend, dat men daar door de verbouw van resistente rassen volledig het hoofd heeft kunnen bieden aan de bedreiging van de erwtencultuur door „wilt". Het scheen van belang het gedrag van deze rassen ook op onze Nederlandse zieke terreinen te onderzoeken en wel om drie redenen.

1. Uit het gedrag van deze rassen op onze besmette terreinen zou kunnen

TABEL 6. Ziektebeoordeling op proefvelden met Amerikaanse vaatziekte; gemiddelden van 2–6 veldjes (zie blz. 194–195). Vergelijking van Amerikaanse rassen (alle onderzochte tesamen) met Nederlandse vatbare en resistente rassen.

*Disease rates of Dutch resistant and non resistant varieties compared with those of American varieties (summarized) on wilt infested fields; averages of 2–6 plots (see p. 194–195).*

| Proefvelden *Experimental fields* | Pr 865 (1946) | | Pr 942 (1947) | | | Pr 943 (1947) | | Pr 941 (1947) | | | Pr 1102 (1949) | | | | | Pr 984 (1948) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rassen *Varieties* | 28.V | 28.VI | 19.V | 4.VI | 28.VI | 4.VI | 28.VI | 29.V | 17.VI | 8.VII | 19.V | 27.V | 15.VI | 28.VI | 15.VII | 15.VI |
| Unica | | 0 | 8 | 0 | 0 | 3 | 0 | 3 | 1 | 0 | 5 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Conservo | | | 8 | 0 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | | | | | | |
| G.E.K. | 4 | 0 | 8 | 3 | 0 | 3 | 0 | 4 | 2 | 0 | 6 | 7 | 5 | 1 | 0 | 0 |
| Rondo | 3 | 0 | 8 | 0 | 0 | 3 | 0 | 2 | 1 | 0 | 4 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Parel | 4 | 1 | 8 | 2 | 0 | 3 | 0 | 4 | 2 | 0 | 6 | 7 | 4 | 1 | 0 | 0 |
| Stijfstro | 3 | 0 | 8 | 0 | 0 | 3 | 0 | 3 | 1 | 0 | | | | | | 0 |
| Zelka schokker | 7 | 8 | 10 | 10 | 8 | 10 | 9 | 6 | 8 | 8 | 8 | 9 | 9 | 9 | 8 | 8 |
| Mansholt's schokker | | | | | | | | | | | | | | | | 8 |
| Gruno rozijnerwt | 6 | 8 | 10 | 10 | 7 | 10 | 8 | 7 | 8 | 8 | 8 | 9 | 10 | 10 | 8 | 7 |
| Vinco rozijnerwt | | | 10 | 10 | 6 | 10 | 9 | 7 | 8 | 7 | | | | | | 7 |
| Amerikaanse rassen *American varieties* | | | 10 | 10 | 7–9 | 10 | 8–9 | 10 | 7–9 | | | | | | | |

blijken of het verwachte verband tussen het „wilt" en onze ziekte inderdaad bestaat. Zouden de Amerikaanse rassen ook resistent zijn voor onze ziekte, dan was dit een aanwijzing voor het identiek zijn der beide pathogenen.

2. Wij hoopten, dat een of meer van deze rassen voor onze landbouw geschikt zouden zijn.

3. Deze rassen zouden wellicht als kruisingsouder gebruikt kunnen worden bij het kweken van andere resistente rassen.

Direct na de oorlog werden de nodige stappen gedaan en wij ontvingen voorjaar 1946 zaad van 17 erwtenvariëteiten (zie tabel 8).

Voor kruisingsdoeleinden zijn kleine hoeveelheden van het Amerikaanse zaad aan enkele erwtenveredelaars afgestaan, evenals aan het Instituut voor Plantenveredeling.

1. Proeven op goede grond. Deze erwten zijn uitgezaaid op twee goede erwtengronden, namelijk bij J. J. WIJK te Kloosterburen (Pr 1024) en bij B. KUIPERS te Stedum (Pr 1025). Ter vergelijking dienden de Hollandse rassen G.E.K., Unica, Zelka schokker en Gruno rozijnerwt. Het bleek dat de opbrengsten ver beneden die van onze productiefste ronde groene rassen bleven (Zie tabel 9).

De ontvangen variëteiten waren meest conservenerwten, welke geheel andere groeitypen vertoonden dan onze landbouwerwten. Sommige hadden zeer lang slap stro, andere bleven laag en hadden grote slappe bladeren.

2. Proeven op zieke grond.

Er werd een oriënterende proef genomen op het zieke terrein bij H. P. TEN HAVE te Beerta. Doordat het zaad laat aankwam, werd pas begin Mei gezaaid en liet de ontwikkeling van het gewas te wensen over. Toch was het verschil met de Unica-contrôles zeer groot. De Amerikaanse rassen nr 1–17 hebben

TABEL 7. Opbrengsten proefvelden Amerikaanse vaatziekte in kg/a.
*Yields in kg/100 m² of commercial varieties on fields infected with wilt.*

| Proefvelden / Rassen *Varieties* | Pr 865 (1946) korrel *seed* | Pr 865 (1946) stro *straw* | Pr 942 (1947) korrel *seed* | Pr 942 (1947) stro *straw* | Pr 943 (1947) korrel *seed* | Pr 943 (1947) stro *straw* | Pr 941 (1947) korrel *seed* | Pr 941 (1947) stro *straw* | Pr 984 (1948) korrel *seed* | Pr 984 (1948) stro *straw* | Pr 1102 (1949) korrel *seed* | Pr 1102 (1949) stro *straw* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zelka | 21,0 | 49,1 | 19,3 | 28,4 | 19,3 | 33,5 | 12,4 | 20,4 | 8,6 | 22,7 | 40,4 | – |
| | 21,7 | 34,6 | 20,9 | 32,0 | 21,7 | 34,7 | 18,4 | 19,8 | 9,7 | 22,3 | 43,8 | 34,0 |
| | 21,8 | 48,2 | | | | | | | | | 41,2 | 37,4 |
| | 23,0 | 34,6 | | | | | | | | | 37,0 | 30,5 |
| Gem. (*Average*) | 21,9 | 41,6 | 20,1 | 30,2 | 20,5 | 34,1 | 15,4 | 20,1 | 9,2 | 22,5 | 40,6 | 34,0 |
| Gruno | 17,5 | 46,9 | 15,5 | 30,6 | 22,0 | 37,5 | 18,0 | 22,5 | 23,3 | 27,1 | 45,7 | 38,4 |
| | 21,4 | 45,0 | 14,8 | 26,8 | 23,2 | 39,9 | 21,2 | 30,1 | 25,4 | 30,3 | 43,7 | – |
| | 19,3 | 40,0 | | | | | | | | | 42,3 | 41,8 |
| | 24,6 | 37,3 | | | | | | | | | 37,0 | 34,5 |
| Gem. (*Average*) | 20,7 | 42,3 | 15,2 | 28,7 | 22,6 | 38,7 | 19,6 | 26,3 | 24,4 | 28,7 | 42,2 | 38,2 |
| Vinco | | | 20,5 | 29,5 | 26,6 | 29,3 | 21,5 | 25,2 | 19,0 | 24,3 | | |
| | | | | | | | | | 26,4 | 28,9 | | |
| Gem. (*Average*) | | | | | | | | | 22,7 | 26,6 | | |
| Kleine ronde groene erwten (*Round blue field peas*) [1] | 0 | – | 0 | – | 0 | – | 0 | – | 0 | 0–10,0 | 0 | 1,8–17,5 |

– niet geoogst (*not harvested*).

[1]) zie voor de rassen tabel 5.

[1]) *for the varieties see table 5.*

TABEL 8. Lijst van de gebruikte Amerikaanse rassen.
*List of the American varieties used.*

1. Dwarf telephone peas
2. Dwarf grey sugar
3. Dwarf alderman
4. Rogers nr 95 Icer
5. Alaska
6. Alderman peas
7. Pride
8. White eye marrowfat
9. Bliss everbearing
10. Profusion
11. Prince of Wales peas
12. Improved Stratagem peas
13. Wisconsin Merit peas
14. Wisconsin Perfection
15. Rogers Gilbo
16. Wisconsin early sweet
17. Mammoth melting sugar
18. Delwiche Commando

alle vrucht gezet. De Unica's waren voor de bloei reeds afgestorven.

Ook in een potproef met zandgrond welke met de stam 39-2 geïnoculeerd was en waarop 7 Amerikaanse rassen en Unica uitgezaaid werden, stierven de Unica's na korte tijd af, terwijl de andere rassen nog minstens een maand doorgroeiden (er waren hierbij wel onderlinge verschillen).

TABEL 9. Vergelijking van Nederlandse en Amerikaanse rassen op verschillende proefvelden.
Korrelopbrengsten in kg/a (gemiddelden van 2 veldjes).
*Comparison between Dutch and American varieties on different experimental fields. Yields of seed in kg per 100 m² (averages of 2 plots).*

| | Gezonde velden (*Healthy fields*) | | Zieke velden (*Diseased fields*) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Proefveldnummers (*Nrs of exp. fields*) | Pr 1024 | Pr 1025 | Pr 943 | Pr 941 | Pr 984 | Pr 942 |
| Proefjaar (*Year*) | 1948 | 1948 | 1947 | 1947 | 1948 | 1947 |
| Rassen (*varieties*) | | | | | | |
| Unica . . . . . . | 49 | 51 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| G.E.K. . . . . . | 36 | 43 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Zelka . . . . . . | 37 | 36 | 21 | 15 | 9 | 20 |
| Gruno . . . . . | 22 | 37 | 23 | 20 | 24 | 15 |
| Amerik. rassen . . (*Amer. varieties*) | 7–32 | 3–30 | 8–21 | 2–14 | 3–13 | 2–15 |
| Idem, gemidd. . . (*Ditto, average*) | 21 | 18 | 15 | 8 | 7 | 10 |

In 1947 werden de nummers 1, 5, 6, 9, 10, 12, 13, 16, (elk 9 rijen van 3 m lengte) en de nummers 4, 7 en 14 (3 rijen van 3 m lengte) uitgezaaid op de proefvelden Pr 941, 942 en 943 (Zie voor de algemene gegevens over deze proeven blz. 194 e.v.). De gezondheidscijfers voor alle onderzochte rassen tesamen vindt men in tabel 6 blz. 196. Het blijkt dat de gezondheidstoestand van de Amerikaanse rassen geheel parallel loopt met die van de resistente Nederlandse rassen. Er is een duidelijke scherpe scheiding tussen alle vatbare rassen enerzijds en alle resistente rassen anderzijds. Zie ook fig. 9, 10 en 11.

Er is nogal wat verschil in groei en rijpingssnelheid tussen de Amerikaanse rassen onderling, terwijl ook de opbrengsten sterk variëren (zie tabel 9). De cijfers per ras liepen nogal uiteen voor de verschillende proefvelden, maar uit de gegeven grenswaarden en gemiddelden kan men toch een indruk krijgen, vooral als men de opbrengst van de zieke met die van de gezonde proefvelden vergelijkt. Het valt dan echter wel op, dat de opbrengsten van de resistente rassen op de zieke terreinen belangrijk lager liggen dan op de gezonde. Dit moet waarschijnlijk verklaard worden door de werking van andere parasieten als bladrandkevers, *Ascochyta pinodella*, enz., waarvan het optreden te wijten is aan de herhaalde erwtenverbouw. De bladrandkever werd in bovengenoemde proeven niet bestreden. Een aanwijzing voor de invloed van *Ascochyta pinodella* hebben wij in de isolatie-uitkomsten van Pr 923, waar de Amerikaanse rassen vrij snel ziek zijn geworden. Van bijna alle onderzochte zieke planten werd toen *Ascochyta pinodella* geïsoleerd.

3. Conclusie Amerikaanse rassen.

*a.* De onderzochte rassen, die resistent zijn voor het „Fusarium-wilt" in de Verenigde Staten blijken ook resistent te zijn voor de hier beschreven in Nederland voorkomende ziekte.

*b.* Deze rassen zijn niet geschikt voor de Nederlandse landbouw. Het zijn

allen conservenerwten, meest kreukerwten. Enkele hebben zeer lang slap stro. De opbrengsten zijn onder de gunstigste omstandigheden nog veel te laag.

G. *Isolaties.* Hieronder volgt een overzicht van de isolaties, gemaakt van proefvelden, practijkvelden en potproeven met de Amerikaanse vaatziekte. Tab. 10 bevat de gegevens van 21 gevallen over de jaren 1943–1950 liggende in de streken: het Oldambt (10), het Noorden van de provincie Groningen (4), Zoetermeer – Zevenhuizen (Z.H.) (5), Hoevense Beemden (1), Haarlemmermeer (1).

Voor de Fusarium-nomenclatuur, die hier is gebruikt moge verwezen worden naar blz. 178 en volgende. Een deel van deze isolaties zijn gemaakt in een periode, waarin ons het onderscheid tussen *ras 1* en *ras 3* nog niet goed bekend was. Indien dit verschil dus niet uit de aantekeningen bleek, hebben we deze stammen nauwkeurigheidshalve in de kolom van *spp.* opgenomen. Op grond van later opgedane ervaring kan echter verklaard worden, dat vele van deze stammen, voor zover geïsoleerd van voor de ziekte vatbare erwtenrassen, practisch alle tot ras 1 moeten hebben behoord.

De tabel heeft geen statistische betekenis. Ze moet vooral kwalitatief gelezen worden, waarbij de aantallen geïsoleerde stammen per herkomst (betrokken op het aantal onderzochte planten) ons een globale indruk geven, welke schimmels een belangrijke of een bijrol hebben gespeeld.

Enkele uitkomsten verdienden nadere toelichting. Bij de isolaties afkomstig van de resistente rassen (tabel 10, groep 2) vergeleken met die van de vatbare rassen van dezelfde herkomsten, blijkt steeds het accent verschoven te zijn van ras 1 naar andere schimmels, b.v. *Fusarium spp.* of *Ascochyta pinodella.* – Een uitzonderlijk geval betreft Pr. 923, H. Kooistra, Lellens. De Unica-erwten waren hier zeer laat gezaaid en moesten zich onder bijzonder koude en natte omstandigheden ontwikkelen op een terrein, waar reeds 4 jaren achtereen erwten waren verbouwd en waar de grond dus wemelde van erwtenparasieten. Dit is het enige geval waarin *Ascochyta pinodella* een voorsprong kreeg boven *F. oxysporum f. pisi ras 1* bij een voor laatstgenoemde schimmel vatbaar erwtenras. – Op blz. 194 is er reeds op gewezen dat bij Pr 865 na het optreden van *F. oxysporum f. pisi ras 1* (nadat de vatbare erwten reeds geheel afgestorven waren) *F. oxysporum f. pisi ras 3* de overgebleven Gruno's (resistent voor ras 1) heeft aangetast. Ras 3 kon dit, door zijn minder hevig karakter dus alleen doen, toen er geen concurrentie met ras 1 meer was. – Bij een ander proefveld bleek weer heel duidelijk, dat de hoofdparasiet bij het vatbare ras Rondo *F. oxysporum f. pisi ras 1* is en dat bij het resistente ras Aureool (dat er veel beter voor stond) *Ascochyta pinodella* en *Fusarium solani* een rol hebben gespeeld (minder hevige parasieten dus).

*Fusarium flocciferum*, *F. culmorum* en *F. avenaceum* zijn hier overal secundair geweest (*F. avenaceum* schijnt echter onder bepaalde omstandigheden wel parasitair te kunnen worden). Het voorkomen van secundaire schimmels is natuurlijk sterk afhankelijk van het tijdstip, waarop de monsters zijn genomen.

## 6. Discussie. In hoeverre is de hier besproken ziekte gelijk aan het Amerikaanse „wilt"?

Met welke ziekte hebben wij hier nu te maken? Komt deze overeen met een van de in de literatuur beschreven ziekten?

In verband met de beschreven moeilijkheden in de Fusarium-nomenclatuur (zie blz. 178), ontstaan door de grote variabiliteit van de schimmelstammen, die samen als phytopathogene eenheid optreden, is het niet mogelijk met volledige zekerheid de geïsoleerde parasiet te identificeren, temeer daar de stammen vrijwel geen sporen vormen, hoogstens enkele microconidiën.

Wij zijn dus aangewezen op het ziektebeeld. Hier doen zich echter ook moeilijkheden voor, en wel van tweeërlei aard. In de eerste plaats is het meeste onderzoek over de Fusarium-aantastingen van erwten in de Verenigde Staten verricht. De ziekteverschijnselen kunnen voor een deel bepaald zijn door klimatologische omstandigheden, zodat het beschreven beeld kan afwijken van hetgeen in Nederland door dezelfde parasiet te weeg zou zijn gebracht. Bovendien verbouwt men in Amerika hoofdzakelijk conserven-erwten met geheel andere groeitypen dan onze gewone landbouwerwten.

Een andere moeilijkheid is, dat de ziektebeelden van het gehele complex „erwten voet- en vaatziekten" in elkaar overlopen. Verscheidene auteurs hebben daarop reeds gewezen (o.a. 8, 28, 33).

De vraag is nu of onze ziekte overeenkomt met een van de beide in de Verenigde Staten beschreven Fusarium-vaatziekten van erwten, met „wilt" of met „near-wilt".

TABEL 10. Schimmels geïsoleerd uit planten afkomstig van zieke grond in 1943, 1944 en in 1946–1950.
*Fungi isolated from plants from infested soil in 1943, 1944 and in 1946–1950.*

| | Erwtenrassen *Pea varieties* | Aantal monsters (potten) *Number of samples (pots)* | Aantal planten *Number of plants* | *F. oxysp. f. pisi ras 1* [5] | *Fusarium spp.* [5] | *Ascochyta pinodella* [5] | *Botrytis cinerea* [5] | *Pythium spp.* [5] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Proefvelden [1]) (*Experimental fields* [1])) | Groep 1 [3]) (*Group 1* [3])) | 22 | 165 | 88 | 72 | 42 | 4 | 7 |
| | Groep 2 [4]) (*Group 2* [4])) | 7 | 42 | 0 | 35 | 16 | 8 | 1 |
| Praktijkvelden [1]) (*Fieldplots* [1])) | Groep 1 (*Group 1*) | 9 | 34 | 24 | 20 | 6 | 2 | 1 |
| | Groep 2 (*Group 2*) | 2 | 9 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| Potproeven [2]) (*Potexperiments* [2])) | Groep 1 (*Group 1*) | 5 | 11 | 10 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| | Groep 2 (*Group 2*) | 3 | 30 | 0 | 13 | 2 | 0 | 0 |

[1]) in Groningen, N.- en Z.-Holland en in N.-Brabant. (*At Groningen, N.- and S.-Holland and in N.-Brabant.*)
[2]) grond van besmette velden. (*Soil from infested fields.*)
[3]) Unica, Pluk, Rondo, Parel, Stijfstro.
[4]) Zelka, Gruno, Aureool, diverse.
[5]) aantal isolaties. (*Number of isolations.*)

De belangrijkste verschillen tussen de beide ziekten vindt men in onderstaande lijst, samengesteld uit gegevens van verschillende Amerikaanse onderzoekers (o.a. 33, 39).

| *„Wilt"* | *„Near-wilt"* |
|---|---|
| Treedt vroeg op (2de helft Mei). | Treedt later op (eind Juni–half Juli). |
| Ziekteverloop zeer snel en hevig. | Meest weinig hevig, langzaam. |
| Schimmel niet hoog in de plant. | Schimmel tot vrij hoog in de plant. |
| In een nieuw-geïnfecteerd veld plekken, die zich uitbreiden. | Meest afzonderlijke gele planten in het veld. |
| | Soms eenzijdige verwelkingsverschijnselen. |
| „Stunted growth". | Minder „stunted growth". |
| Temperatuur-optimum van de ziekte 21° C. | Temperatuur-optimum van de ziekte 27° C. |
| Alleen vaatziekte. | Vaatziekte soms gepaard met wortelrot. |
| De schimmel maakt weinig micro- en practisch geen macroconidiën. | De schimmel maakt veel micro- en ook macroconidiën. |

Een belangrijk onderscheid is het verschil in resistentie van de erwtenrassen voor beide ziekten. Bij het „wilt" bestaat een scherpe scheiding tussen al of niet resistente rassen. Alle rassen (uitgezonderd de Delwiche Commando) kunnen aangetast worden door de near-wilt schimmel, maar er is verschil in hevigheid (34).

Zowel het vroege als het hevige optreden van onze ziekte komen overeen met „wilt". De hoogte waarop de schimmel in de stengels voorkomt hebben wij niet onderzocht. Dit lijkt bovendien een kenmerk, dat sterk kan wisselen met de omstandigheden en dat ook verband houdt met het ras.

Het „wilt" kwam in karakteristieke gevallen pleksgewijze voor. Van onze eigen waarnemingen vermelden wij:

*a.* In een streek, waar tot voor kort deze ziekte niet voorkwam, betrof een van de eerste gevallen een akker met twee grote dorre plekken.

*b.* Op de plaats, waar in 1946 het materiaal van Pr 858, J. G. VINKERS, Westerlee is gedorst, kwam in 1949 een zieke plek in de erwten voor. Hier is dus een geval, waar het ontstaan van de zieke plek is na te gaan.

*c.* Op onze oudste proefvelden (Pr 739, 768, 769, 770 zie blz. 192) was de verdeling van de ziekte steeds zeer ongelijkmatig. Het verschil tussen de betere en de slechtere plekken bestond vooral in het tijdstip van ziek worden en mogelijk de snelheid van het ziekteproces. De betere plekken waren ook niet geheel gezond. Later werden de proefvelden nauwkeuriger uitgezocht en bij voorkeur aangelegd op grotere, zo mogelijk egaal zieke gedeelten van een perceel.

Een en ander zou verklaard kunnen worden door aan te nemen, dat de ziekte op enkele plekken van een perceel begint, al naar de wijze waarop de infectie is overgebracht en dat de schimmel zich daarna verspreidt over de gehele akker als er een vatbaar ras is aangeplant.

Eenzijdige verwelkingsverschijnselen zijn door ons niet gezien, evenmin als door de Amerikanen bij het „wilt". De planten blijven klein als de ziekte al vroeg optreedt. Deze groeistagnatie zou men „stunted growth" kunnen noemen, hoewel er dan van groei weinig sprake meer is.

Exacte temperatuurproeven zijn door ons niet verricht.

Bij het „near-wilt" zou naast de vaataantasting als begeleidend verschijnsel wortelrot optreden. In potproeven en op het veld vonden wij vaak aan de zieke

planten een nog geheel gaaf en blank wortelstelsel. Dit wijst dus op „wilt". Overigens is dit kenmerk blijkbaar sterk afhankelijk van de omstandigheden. SCHROEDER en WALKER (25) vonden tenminste bij hun proeven in zandcultuur bij 27° en passende concentratie van de voedingsoplossing, dat zowel bij een vatbaar als bij een resistent ras een ernstig schorsrot optreedt. Hierbij verwelkt ook het resistente ras snel. Onze eigen proeven met steriele buiscultures, waarbij een erwt op voedingsoplossing met de *Fusarium* in contact wordt gebracht, lieten zien dat ook daar het schorsrot domineerde boven de vaataantasting, terwijl onder de proefomstandigheden weinig verschil optrad tussen vatbare en resistente rassen.

Tenslotte komt het – weliswaar negatieve – kenmerk van de weinige microconidiën en de afwezigheid van macroconidiën overeen met onze ervaringen.

Het belangrijkste en m.i. doorslaggevende kenmerk van de ziekte is echter het gedrag van de erwtenrassen, welke uiteenvallen in twee scherp-gescheiden groepen: de vatbare, die zeer vroeg afsterven en geen opbrengst geven en de resistente. Concluderend menen wij te mogen zeggen, dat de beschreven ziekte identiek is met het „Fusarium-wilt" van de erwten uit de Verenigde Staten, beschreven door LINFORD (17) en anderen en dus met recht de naam *Amerikaanse vaatziekte* mag dragen.

## 7. SAMENVATTING

Het is gebleken dat „erwtenmoeheid" hoofdzakelijk aan de werking van parasitaire bodemschimmels moet worden toegeschreven. Van het complex van deze zogenaamde erwten voet- en vaatziekten wordt hier de Amerikaanse vaatziekte (= American wilt, common pea wilt), veroorzaakt door *Fusarium oxysporum f. pisi* (LINF.) *ras 1* SN. et H., die sinds 1943 in ons land met zekerheid is waargenomen (en vermoedelijk reeds voor 1937 aanwezig was) voor Nederland beschreven. Daarnaast onderscheiden wij als belangrijke ziekten in dit complex de Sint Jansziekte, de *Fusarium solani* – voetziekte, de *Ascochyta pinodella* – voetziekte, de *Mycosphaerella* – voetziekte en de *Botrytis* – voetziekte (zie blz. 177).

In verband met de diverse *Fusaria*, die geïdentificeerd moesten worden, wordt een overzicht gegeven over de Fusariumnomenclatuur (zie blz. 178 en tabel 1 op blz. 179). De bezwaren die SNYDER en HANSEN (29, 30, 32) en vele anderen hebben geuit tegen het systeem van WOLLENWEBER (42) komen voor een deel overeen met onze eigen ervaringen met de erwtenschimmels van de sectie *Elegans* (= *Fusarium oxysporum* SCHL. em. SN. et H.) en de sectie *Martiella* (= *Fusarium solani* (MART.) APP. et WR. em. SN. et H.). Het is ons namelijk gebleken dat we door de fijne mycologische onderscheidingen volgens WOLLENWEBER en REINKING in een veelheid van vormen terecht komen welke geen phytopathologische betekenis hebben. Dit was aanleiding voor ons, de nomenclatuur van SNYDER en HANSEN voor deze schimmels over te nemen. We geven er echter de voorkeur aan voor de schimmels uit de secties *Discolor* en *Roseum* (*Fusarium culmorum*, *F. flocciferum*, *F. avenaceum*) over wier pathogene eigenschappen ten opzichte van de erwt nog maar weinig bekend is, de oude namen te blijven gebruiken, te meer daar deze schimmels nogal gemakkelijk morphologisch van elkaar te onderscheiden zijn.

Er is een systematisch overzicht gemaakt van de literatuur over de Amerikaanse vaatziekte.

Een beschrijving van het ziektebeeld, gegrond op onze ervaring met pot- en practijkproeven, wordt gegeven (blz. 186 e.v.). In de meeste gevallen (bij reeds langer geïnfecteerde grond) begint de ziekte in de derde week van Mei (zie fig. 2 en 4). Omstreeks half Juni is dan het gewas zonder vruchtzetting verdord. De ziekte treedt dus zeer hevig op en heeft in vele gevallen een totale misoogst ten gevolge.

Het ziektebeeld kan goed bestudeerd worden in potten met zieke grond in de kas. Door proeven in met formaline ontsmette grond en door besmetting van gezonde grond met een reincultuur van de van zieke planten geïsoleerde schimmel wordt bewezen, dat deze inderdaad de oorzaak van de ziekte is. Daar het volgens de bovenvermelde nieuwere inzichten over het geslacht *Fusarium* niet langs mycologische weg alleen mogelijk is deze schimmel met *Fusarium oxysporum f. pisi* (LINF.) *ras 1* SN. et H. te identificeren, gebeurt dit door de overeenstemming in ziektebeeld en het gelijke gedrag ten opzichte van Amerikaanse en Nederlandse rassen.

Ontsmettingsproeven zijn ook op proefvelden gedaan met formaline en zwavelkoolstof. Formaline was wel werkzaam maar het effect was meestal onvoldoende omdat de vloeistof in kleigrond slecht doordringt. Zwavelkoolstof had geen effect.

Inoculatieproeven zijn genomen in potten met grond, in potten met zand en kurkmeel en in watercultuur, in alle gevallen met goed succes.

Verder is de ziekte bestudeerd op een groot aantal proefvelden. De methode van het kiezen van deze proefterreinen, de bemonstering en het verrichten van de waarnemingen wordt beschreven (blz. 184–185). Een aantal proefveldbeschrijvingen zijn gegeven. Van alle proefvelden en van een groot aantal practijkvelden zijn monsters zieke erwtenplanten genomen, waarvan beschrijvingen en isolaties zijn gemaakt. Zie tabel 10 op blz. 200.

Het blijkt dat er een scherpe scheiding bestaat tussen vatbare en resistente rassen. Alle gewone ronde groene landbouwerwten zijn vatbaar, schokkers en kortstro capucijners en rozijnerwten zijn resistent. De langstro capucijners en rozijnerwten reageren verschillend. Een aantal Amerikaanse conservenerwtenrassen bleek ook resistent voor de ziekte.

## 8. SUMMARY

„Pea-sickness" in the Netherlands appears to be chiefly due to the action of pathogenic soil fungi, which cause diseases collectively known as *foot and wilt diseases of peas* (*„erwten voet- en vaatziekten"*). The most serious of these diseases is „Fusarium wilt", or „common pea wilt", caused by *Fusarium oxysporum f. pisi* (LINF.) *race 1* SN. et H. This disease, which is here described, has been observed with certainty in the Netherlands since 1943 and was probably present before 1937. The following further pea wilt diseases are recognized as important in the Netherlands: St. John's disease (*Fusarium oxysporum* SCHL. em. SN. et H. *f. pisi race 3* [8]), the Fusarium solani foot-rot (*Fusarium solani f. pisi* (JONES) SN. et H.), the Mycosphaerella foot-rot (*Mycosphaerella pinodes* (BERK. et BLOX.) STONE) and the Botrytis foot-rot (*Botrytis cinerea* PERS.).

---

[8]) The St. John's disease has to be distinguished from the closely related "near-wilt" of the U.S.A. (caused by *Fusarium oxysporum f. pisi* (SN.) *race 2* SN. et H.)

In connection with the identification of the different Fusaria, a survey is given of the literature on Fusarium nomenclature (see page 178 and table 1 on page 179). The objections to the system of WOLLENWEBER (42) raised by SNYDER and HANSEN (29, 30, 32) and many others, agree to a certain extent with our own experience with the pea-fungi of the sections Elegans (= *Fusarium oxysporum* SCHL. em. SN. et H.) and Martiella (= *Fusarium solani* (MART.) APP. et WR. em. SN. et H.). We find, for instance, that the delicate mycological differentiations advocated by WOLLENWEBER and REINKING lead to the identification of a multitude of forms having no phytopathological significance. This induced us to adopt the nomenclature of SNYDER and HANSEN for these fungi.

On the other hand, for the fungi of the sections Discolor and Roseum (*Fusarium culmorum*, *F. flocciferum*, *F. avenaceum*), whose pathogenic properties with regard to the pea are still little known, we prefer the use of the old names, more especially as these fungi are easy to distinguish morphologically.

A survey is given of the literature of „common pea wilt".

A description of the disease based on our pot and field experiments, is given. There are no fundamental differences from the description of LINFORD (17). In soil already infested for some time the disease usually appears in the third week of May (see fig. 2 and 4). About the middle of June the plants have generally withered without forming pods. Thus the disease develops rapidly and in many cases causes a total failure of the crop.

The disease can be studied well in the greenhouse. Experiments with contaminated soil disinfected with formalin, and with healthy soil infected with a pure culture of the Fusarium isolated from a diseased plant, have shown that this fungus is indeed the cause of the disease. Identification of the fungus with *Fusarium oxysporum f. pisi race 1* was not possible by mycological means only; account had to be taken of the similarity in its behaviour towards American and Netherlands pea-varieties, and of the agreement in the resulting disease symptoms.

Disinfection experiments have also been carried out in experimental plots, using formalin and carbon disulphide. Formalin was active, but was generally insufficient in its effect because the liquid did not penetrate easily into the clay soil. Carbon disulphide had no effect.

Inoculation experiments were made with plants growing in soil, in sand and cork-dust, and in nutrient solution, with success in all cases.

Furthermore the disease was studied on a great number of experimental fields. The method of choosing these fields, the collection of samples and the carrying out of observations are described. A number of field experiments are also described. Samples of diseased pea plants, taken from all experimental fields and from a great number of farmers' fields, have been described and isolations made (see table 10 on page 200).

A sharp division appears to exist between susceptible and resistant varieties. All ordinary round blue field peas are susceptible while marrowfats, short-straw grey peas and short-straw maple peas are resistant. The long-straw grey peas and maple peas react in different ways. A number of canning peas from the U.S.A. also appear to be resistant to the disease.

## 9. LITERATUUR


1. APPEL, O., Beiträge zur Kenntnis der Fusarien und der von ihnen hervorgerufenen Pflanzenkrankheiten. II Allgemeine Betrachtung über den Zusammenhang und Verlauf der in I (zie Schikorra) geschilderten Leguminosenkrankheiten und die daraus abzuleitenden Bekämpfungsmöglichkeiten. Arb. k. biol. Anst. f. Land-und Forstw., 5: 184–187, 1906.
2. APPEL, O. und WOLLENWEBER, H. W., Grundlagen einer Monographie der Gattung Fusarium (Link). Arb. k. biol. Anst. f. Land- und Forstw., 8: 1–207, 1910.
3. BROWN, W., Studies in the genus Fusarium. II An analysis of factors which determine the growth-forms of certain strains. Ann. Bot., 39: 373–408, 1925.
4. BROWN, W. and HORNE, A. S., Studies in the genus Fusarium. III An analysis of factors which determine certain microscopic features of Fusarium strains. Ann. Bot., 40: 203–221, 1926.
5. BROWN, W., Studies in the genus Fusarium. IV On the occurrence of saltations. Ann. Bot., 40: 224–243, 1926.
6. BROWN, W., Studies in the genus Fusarium. VI General description of strains, together with a discussion of the principles at present adopted in the classification of Fusarium. Ann. Bot., 42: 285–304, 1928.
7. GERRETSEN, F. C., HISSINK, VOLKERSZ en ZIJLSTRA. Een onderzoek naar de oorzaken en de bestrijding van het zgn. „van de wortel gaan" van narcissen en hyacinthen. Versl. Landb. Onderz. R. landb. pr. stat., 32: 302–384, 1927.
8. GOOSSENS, J., Het vroegtijdig geelworden en afsterven van het erwtengewas. Techn. Ber. P.S.C., 4, 1941. Vlugschr. Plantenz. k. Dienst, Juni 1941, 3p.
9. GOOSSENS, J., Een voor ons land nieuwe vaatziekte der erwten. Techn. Ber. P.S.C., 44, 7p., 1948. T. Pl.ziekten, 54: 75–80, 1948.
10. HALL, C. VAN, Die Sankt- Johanniskrankheit der Erbsen, verursacht von Fusarium vasinfectum Atk. (Vorläufige Mitteilung). Ber. d.d. bot. Ges., 21: 2–5, 1903.
11. HANSFORD, C. G., The Fusaria of Jamaica. Kew Bull. Misc. Inform. 257–288, 1926.
12. JOHANN, HELEN, Influence of temperature on the morphology of Fusarium spores. Phytopath., 13: 51, 1923.
13. JONES, F. R., Resistance of peas to root rot. Phytopath. 16: 459–465, 1926.
14. JONES, F. R. and LINFORD, M. B., Pea disease survey in Wisconsin. Wisc. Agr. Exp. Stat. Res. Bull., 64, 1925.
15. KADOW, K. J. and JONES, L. K., Fusarium wilt of peas with special reference to dissemination. Wash. Agr. Exp. Stat. Bull., 272, 30 p., 1932.
16. LINFORD, M. B., A wilt disease of peas in Wisconsin. (abstract). Phytopath., 16: 75, 1926.
17. LINFORD, M. B., A Fusarium wilt of peas in Wisconsin. Wisc. Agr. Exp. Stat. Res. Bull., 85, 44 p., 1928.
18. LINFORD, M. B., Pea diseases in the United States in 1928. U.S.D.A. Plant Dis. Rept. Suppl. 67, 14 p., 1929.
19. LINFORD, M. B., Transpirational history as a key to the nature of wilting in the Fusarium wilt of peas. Phytopath., 21: 791–796, 1931.
20. LINFORD, M. B., Studies of pathogenesis and resistance in pea wilt caused by Fusarium orthoceras v. pisi. Phytopath. 21: 797–826, 1931.

21. Linford, M. B., Wound inoculation in relation to resistance in the Fusarium wilt of peas. Phytopath., 21: 827–833, 1931.
22. Mulder, D., Biologisch onderzoek van grondontsmettingsmiddelen. Diss. 114 p., Baarn, 1943.
23. Oort, A. J. P., (Commissie voor het vaststellen van Nederlandse namen voor plantenziekten van de Ned. Plantenziektenk. Ver.), Nederlandse namen voor aaltjes (Nematoden). T. Pl.ziekten, 56: 169–171, 1950.
24. Schikorra, G., Fusarium-Krankheiten der Leguminosen. A. Die St. Johanniskrankheit der Erbsen. Arb. k. biol. Anst. f. Land- u. Forstw., 5: 155–157, 1906.
25. Schroeder, W. T. and Walker, J. C., Influence of controlled environment and nutrition on the resistance of garden pea to Fusarium wilt. J. Agr. Res., 65: 221–248, 1942.
26. Snyder, W. C., Seed dissemination in Fusarium wilt of pea. Phytopath., 22: 253–257, 1932.
27. Snyder, W. C., Variability in the pea wilt organism, Fusarium orthoceras v. pisi. J. Agr. Res., 47: 65–88, 1933.
28. Snyder, W. C., St. John's disease of pea in Europe. Centralbl. Bakt. II, 91: 449–459, 1935.
29. Snyder, W. C. and Hansen, H. N., The species concept in Fusarium. Am. J. Bot., 27: 64–67, 1940.
30. Snyder, W. C. and Hansen, H. N., The species concept in Fusarium with reference to section Martiella. Am. J. Bot., 28: 738–742, 1941.
31. Snyder, W. C. and Hansen, H. N., The effect of light on taxonomic characters in Fusarium. Mycologia, 33: 580–591, 1941.
32. Snyder, W. C. and Hansen, H. N., The species concept in Fusarium with reference to Discolor and other sections. Am. J. Bot., 32: 657–666, 1945.
33. Snyder, W. C. and Walker, J. C., Fusarium near-wilt of pea. Centralbl. Bakt. II, 91: 355–378, 1935.
34. Virgin, W. J. and Walker, J. C., Relation of temperature and moisture to near wilt of pea. J. Agr. Res., 59: 591–600, 1939.
35. Wade, B. L., Inheritance of Fusarium wilt resistance in canning peas. Wisc. Agr. Exp. Stat. Res. Bull., 97, 32 p., 1929.
36. Wade, B. L., Zaumeyer, W. J. and Harter, L. L., Variety studies in relation to Fusarium wilt of peas. U.S. Dep. Agr. Circ. 473, 27 p., 1938.
37. Walker, J. C., Resistance to Fusarium wilt in garden-, canning- and field peas. Wisc. Agr. Exp. Stat. Res. Bull., 107, 15 p., 1931.
38. Walker, J. C., A study of resistance to Fusarium wilt in Alaska peas. Am. J. Bot., 22: 849–857, 1935.
39. Walker, J. C. and Hare, W. W., Pea diseases in Wisconsin in 1942. Wisc. Agr. Exp. Stat. Res. Bull., 145, 1943, R.A.M. XXVI, 7: 947.
40. Walker, J. C. and Snyder, W. C., Pea wilt and root rots. Wisc. Agr. Exp. Stat. Bull., 424, 1933.
41. Wells, D. G., Hare, W. W. and Walker, J. C., Evaluation of resistance and susceptibility in garden pea to near-wilt in the greenhouse. Phytopath., 39: 772–779, R.A.M. 29: 191, 1949.
42. Wollenweber, H. W. und Reinking, O. A., Die Fusarien. 355 p., 1935.

**Mededelingen van het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek**
**Contributions of the Institute for Phytopathological Research**

Binnenhaven 4*a*, Wageningen, Netherlands

No 1. TEN HOUTEN, J. G., Organisatie en taak van het Instituut voor Plantenziektenkundig Onderzoek (Organization and purpose of the Institute for Phytopathological Research). Holl. tekst eveneens verschenen in Med. Dir. v. d. Tuinbouw, 13: 5–7, 1950. Prijs f 0,25.

No 2. KOLE, A. P., Over de invloed van Fusarex op een aantasting door poederschurft (Spongospora subterranea (Wall.) Lagerheim). (On the influence of Fusarex on an infestation by powdery scab.) Tijdschrift over Plantenziekten, 55: 308–312, 1949. Prijs f 0,25.

No 3. VAN 'T SANT, L. E., Ervaringen met azobenzeen tegen spint (Tetranychus urticae Koch) onder platglas in 1949. (The use of Azobenzene against the Glasshouse Red Spider (Tetranychus urticae Koch) under frames, and the results in 1949). Mededelingen Directeur van de Tuinbouw, 13: 169–171, 1950. Prijs f 0,25.

No 4. LEEFMANS, DR S., Onderzoekingen in zake de pereringlarve (pereringworm) (Agrilus sinuatus Olivier) (Investigations on Agrilus sinuatus Olivier). Mededelingen Directeur van de Tuinbouw, 13:263–298, 1950. Prijs f 0,50.

No 5. MULDER, D., Magnesium deficiency in fruit trees on sandy soils and clay soils in Holland. Plant and soil, 2: 145–157, 1950. Prijs f 0,50.

No 6. KLINKENBERG, MEJ. DR C. H., Wortel- en stengelziekten van aardbeien. (Fungeous root- and stem diseases of strawberries). Mededelingen Directeur van de Tuinbouw, 13: 758–765, 1950. Prijs f 0,25.

No 7. MOOI, DR J. C., Het fusarium-rot of droogrot bij aardappelen (Fusariumrot or dry rot of potatoes). Landbouwkundig Tijdschrift, 62: 712–724, 1950. Prijs f 0,35.

No 8. SEINHORST, DR IR J. W., De betekenis van de toestand van de grond voor het optreden van aantasting door het stengelaaltje (Ditylenchus dipsaci (Kühn) Filipjev). Soil conditions and stem eelworm disease. Tijdschrift over Plantenziekten, 56:289–348, 1950. Prijs f 2,50.

No 9. VON ARX, J. A., NOORDAM, D., Valse meeldauw. (Peronospora pulveracea Fuckel) op Helleborus niger. (Peronospora pulveracea Fuckel auf Helleborus niger). Tijdschrift over Plantenziekten, 57: 32–34, 1951. Prijs f 0,25.

No 10. TERPSTRA, P., FRANSEN, DR IR J. J., KERSSEN, MEJ. M. C., Proeven over bestrijdingstechniek met behulp van onkruidbestrijdingsmiddelen op groeistofbasis. (Experiments on spraying technique with the aid of hormone weedkillers). Mededelingen Directeur van de Tuinbouw, 13:805–812, 1950. Prijs f 0,25.

No 11. NOORDAM, D., THUNG, T. H., VAN DER WANT, J. P. H., Onderzoekingen over Anjermozaïek, I. (Investigations on Carnation Mosaic, I.) Tijdschrift over Plantenziekten, 57: 1–15, 1951. Prijs f 0,35.

No 12. DE JONG, D. J., biol. drs., Bladrollers (Tortricidae) op vruchtbomen. (Preliminary investigations on Apple and Pear leafrollers.) Med. Dir v. d. Tuinbouw 14 : 131–150, 1951. Prijs f 0,35.

No 13. WIEBOSCH, Ir W. A., VAN KOOT, Ir Y., VAN 'T SANT, Drs L. E., Hartloosheid en klemhart bij bloemkool. (Whiptail in Cauliflower). Med. v. h. Proefstation voor Groenten- en Fruitteelt onder glas, Naaldwijk en Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen, no 56. 10. 1950. Prijs f 2.—.

No 14. MULDER, Dr D., De Eckelrader virusziekte van zoete kersen. (A virus disease of sweet cherries, called „Eckelrade disease"). Mededelingen Directeur van de Tuinbouw 14, 1951: 217–228. Prijs f 0.50.

No 15. KOLE, Ir A. P., De bestrijding van stuifbrand bij tarwe en gerst. (The control of loose smut in wheat and barley). Tijdschrift over Plantenziekten, 57: 65–72, 1951. Prijs f 0.25.

No 16. VAN DER WANT, Ir J. P. H., Onderzoekingen over anjermozaïek, II. (Investigations on Carnation Mosaic, II). Tijdschrift over Plantenziekten, 57 : 72–74, 1951. Prijs f 0,25.

No 17. BAKKER, Ir M., De verandering van de virulentie van Cladosporium fulvum Cooke, tengevolge van het invoeren van nieuwe tomatenrassen. (Racial trends in Cladosporium, fulvum Cooke as a result of the introduction of new tomato varieties). Mededelingen Directeur van de Tuinbouw 14: 309–313, 1951. Prijs f 0,25.

No 18. VAN MARLE, Dr Ir G. S., Spintbestrijding met moderne insecticiden in de Aalsmeerse bloementeelt. (The control of red spider with modern insecticides in the Aalsmeer flower-growing industry). 1951. Prijs f 2,50.

No 19. KERSSEN, Mej. M. C., Ervaringen met de spuitapparatuur van een helicopter Hiller 360. (Experiences with the spraying-equipment of a helicopter Hiller 360). Mededelingen Directeur van de Tuinbouw 14 : 169–173, 1951. Prijs 19 en 20 samen f 0,40.

No 20. Besemer, Dr A. F. H., Fransen, Dr Ir J. J., Ormel, Ir H. A. Korte mededelingen over een proef met druknevelspuit en vliegtuig ter bestrijding van de coloradokever. (Control experiments against the colorado beetle by low volume spraying with a fixed wing plane and with ground equipment.) Maandblad Landbouwvoorlichtingsdienst 8.6. 236–241, 1951. Prijs 19 en 20 samen f 0,40.

No 21. Bakker, Ir M., Bacterievlekkenziekte in bloemkool en andere koolsoorten, veroorzaakt door Pseudomonas maculicola (McCulloch) Stevens). (Bacterial spot of cauliflower and other Brassica species, caused by Pseudomonas maculicola (McCulloch) Stevens). Tijdschrift over Plantenziekten, 57 : 75–81, 1951. Prijs f 0,25.

No 22. Mulder, Dr D. Stenigheid in peren. (Stony pit in pear fruits). Med. Directeur van de Tuinbouw, 14: 357–361, 1951. Prijs f 0,25.

No 23. Evenhuis, Biol. Drs, H. H. Het nut van een bespuiting met loodarsenaat na de bloei ter bestrijding van het fruitmotje (Enarmonia [Carpocapsa] pomonella). (The benefit of calyx spraying with lead arsenate against codling moth). Med. Directeur van de Tuinbouw, 14: 265–268, 1951. Prijs f 0,25.

No 24. van Dinther, Dr Ir J. B. M. Eriophyes gracilis Nal., als verwekker van gele bladvlekken op framboos. (Eriophyes gracilis Nal. and yellow leaf spots on raspberry). Tijdschrift over Plantenziekten. 57: 81–94, 1951. Prijs f 0,35.

No 25. Grosjean, Dr J., Onderzoekingen over de mogelijkheid van een bestrijding van de loodglansziekte volgens de boorgat-methode. (Investigations on the possibility of silver-leaf disease control bij the bore-hole method). Tijdschrift over Plantenziekten, 57: 103–108, 1951. Prijs f 0,25.

No 26. de Fluiter, H. J., Thung, T. H., Waarnemingen omtrent de dwergziekte bij framboos en wilde braam I. (Observations on the Rubus stunt-disease in raspberries and wild black-berries I). Tijdschrift over Plantenziekten, 57: 108–114, 1951. Prijs f 0,50.

No 27. Kronenberg, H. G., de Fluiter, H. J., Resistentie van frambozen tegen de grote frambozenluis, Amphorophora rubi Kalt. (Resistance in raspberries to Amphorophora rubi Kalt.). Tijdschrift over Plantenziekten, 57: 114–123, 1951. Prijs f 0,35.

No 28. Walrave, Ir J., Een eenvoudige methode voor de localisatie van insecten op bepaalde bladeren van een plant. (A simple method for localizing insects on special leaves of a plant). Tijdschrift over Plantenziekten, 57: 126–127, 1951. Prijs f 0,25.

No 29. Beemster, A. B. R., van der Want, J. P. H., Serological Investigations on the Phaseolus Viruses I and II. Antonie van Leeuwenhoek 17:285-296, 1951. Prijs f 0.25.

No. 30 Maan, Dr W. J., Het gebruik van vliegtuigen in de Land- en Tuinbouw (Use of aeroplanes in agriculture and horticulture). Mededelingen Directeur van de Tuinbouw 14:586-596, 1951. Prijs f 0,35.

No 31. Kuenen, D. J., van de Vrie, M., Waarnemingen over de biologie en de bestrijding van de appelzaagwesp (Hoplocampa testudinea klug. Hymenopt., tenthredinidae) (Observations on the biology and control of the apple sawfly). Tijdschrift over Plantenziekten, 57:135-157, 1951. Prijs f 0,50.

No 32. Bakker, Ir M., Bestrijding van de Phomopsisziekte in zaadwortels (Control of the Phomopsis-disease in seedumbels of carrot). Tijdschrift over Plantenziekten, 57:157-166a, 1951. Prijs f 0,35.

No 33. Seinhorst, Dr Ir J. W., Bels, Drs P. J., Ditylenchus destructor Thorne 1945 in champignons (Ditylenchus destructor Thorne in mushrooms). Tijdschrift over Plantenziekten, 57:167-169, 1951. Prijs f 0,35.

No 34. Lucardie, M., Remming van de vermeerdering van Tabaksmozaïekvirus door een extract van de kernen van enkele palmsoorten (Inhibition of the multiplication of tobacco mosaic virus by an extract of the kernels of some species of palms.) Tijdschrift over Plantenziekten, 57 : 172-173, 1951. Prijs 34 en 35 samen f 0,25.

No 35. Thung, T. H., van der Want, J. P. H., Viren en looistoffen (Viruses and tannins) Tijdschrift over Plantenziekten 57: 173-174, 1951. Prijs 34 en 35 samen f 0,25.

No 36. Schreuder, J. C., Een onderzoek over de Amerikaanse Vaatziekte van de erwten in Nederland (The Fusarium wilt of peas in the Netherlands). Tijdschrift over Plantenziekten, 57: 175-207, 1951. Prijs f 1,—.